

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-256070

(P2012-256070A)

(43) 公開日 平成24年12月27日(2012.12.27)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 1 0 L 19/06 (2006.01)	G 1 0 L 19/06 B	
G 1 0 L 19/00 (2006.01)	G 1 0 L 19/00 3 3 0 E	
G 1 0 L 19/14 (2006.01)	G 1 0 L 19/14 4 0 0 C	

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 43 頁)

(21) 出願番号	特願2012-191612 (P2012-191612)	(71) 出願人	000005821
(22) 出願日	平成24年8月31日 (2012. 8. 31)		パナソニック株式会社
(62) 分割の表示	特願2008-543141 (P2008-543141) の分割	(74) 代理人	100105050 弁理士 鷲田 公一
原出願日	平成19年11月9日 (2007. 11. 9)	(72) 発明者	江原 宏幸
(31) 優先権主張番号	特願2006-305861 (P2006-305861)		大阪府門真市大字門真1006番地 パナ ソニック株式会社内
(32) 優先日	平成18年11月10日 (2006. 11. 10)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2007-132195 (P2007-132195)		
(32) 優先日	平成19年5月17日 (2007. 5. 17)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2007-240198 (P2007-240198)		
(32) 優先日	平成19年9月14日 (2007. 9. 14)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

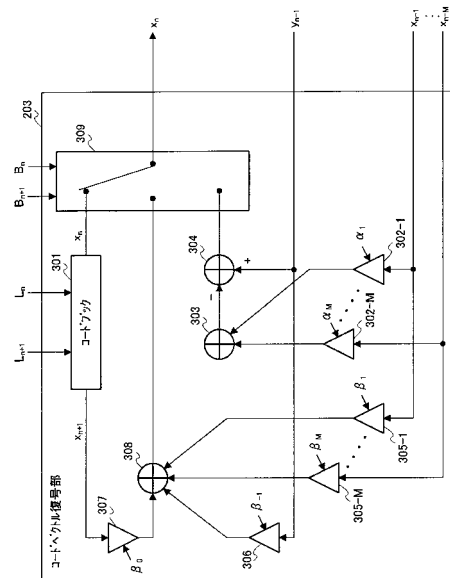
(54) 【発明の名称】 パラメータ復号装置およびパラメータ復号方法

(57) 【要約】

【課題】 予測量子化において主観品質の劣化を抑えるようにパラメータの補償処理を行うこと。

【解決手段】 増幅器 (305-1~305-M) は入力した量子化予測残差ベクトル $x_{n-1} \sim x_{n-M}$ に重み付け係数 $\beta_1 \sim \beta_M$ を乗算する。増幅器 (306) は前フレームの復号 L S F ベクトル y_{n-1} に重み係数 β_{-1} を乗算する。増幅器 (307) はコードブック (301) から出力されたコードベクトル x_{n+1} に重み係数 β_0 を乗算する。加算器 (308) は増幅器 (305-1~305-M)、増幅器 (306) および増幅器 (307) から出力されたベクトルの総和を計算する。切替スイッチ (309) は、現フレームのフレーム消失符号 B_n が「第nフレームは消失フレームである」ことを示し、かつ、次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} が「第n+1フレームは正常フレームである」ことを示す場合には、加算器 (308) から出力されたベクトルを選択する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

音声符号化ビット列の現フレームに含まれる符号化情報に基づいて、スペクトルパラメータの量子化された予測残差を求める予測残差復号ステップと、

前記予測残差に基づいて、前記スペクトルパラメータを復号するパラメータ復号ステップと、

を含み、

前記予測残差復号ステップにおいて、現フレームが消失した場合、下記の式を用いて、現フレームの前記予測残差を求める、

パラメータ復号方法。

10

$$x[n] = b0 \ x[n+1] + b1 \ y[n-1]$$

where;

$$b0 = \{b0(i)\}, i=0, \dots, M-1,$$

$$b0(i) = (1-a[1]'(i))([a[1]'(i)]^2 - 2a[1]'(i) + 2)^{-1},$$

$$b1 = \{b1(i)\}, i=0, \dots, M-1, \text{ and}$$

$$b1(i) = ([a[1]'(i)]^2 - 2a[1]'(i) + 2)^{-1} - a[1](i).$$

where;

$a[1]'(i)$: 未来フレームの予測係数セットの第 i 成分、

$a[1](i)$: 現フレームの予測係数セットの第 i 成分、

$x[n]$: 現フレームにおける前記予測残差、

20

$x[n+1]$: 未来フレームにおける前記予測残差、

$y[n-1]$: 過去フレームにおける復号スペクトルパラメータ

【請求項 2】

前記パラメータ復号ステップは、

過去フレームの復号スペクトルパラメータに、予測係数を乗算する予測ステップと、

前記予測残差と、前記予測係数が乗算された前記過去フレームの復号スペクトルパラメータとを加算することで、前記スペクトルパラメータを復号する加算ステップと、

を含む、請求項 1 に記載のパラメータ復号方法。

【請求項 3】

前記スペクトルパラメータは I S F パラメータである請求項 1 に記載のパラメータ復号方法。

30

【請求項 4】

音声符号化ビット列の現フレームに含まれる符号化情報に基づいて、スペクトルパラメータの量子化された予測残差を求める予測残差復号手段と、

前記予測残差に基づいて、前記スペクトルパラメータを復号するパラメータ復号手段と、

を含み、

前記予測残差復号手段において、現フレームが消失した場合、下記の式を用いて、現フレームの前記予測残差を求める、

パラメータ復号装置。

40

$$x[n] = b0 \ x[n+1] + b1 \ y[n-1]$$

where;

$$b0 = \{b0(i)\}, i=0, \dots, M-1,$$

$$b0(i) = (1-a[1]'(i))([a[1]'(i)]^2 - 2a[1]'(i) + 2)^{-1},$$

$$b1 = \{b1(i)\}, i=0, \dots, M-1, \text{ and}$$

$$b1(i) = ([a[1]'(i)]^2 - 2a[1]'(i) + 2)^{-1} - a[1](i).$$

where;

$a[1]'(i)$: 未来フレームの予測係数セットの第 i 成分、

$a[1](i)$: 現フレームの予測係数セットの第 i 成分、

$x[n]$: 現フレームにおける前記予測残差、

50

$x[n+1]$: 未来フレームにおける前記予測残差、

$y[n-1]$: 過去フレームにおける復号スペクトルパラメータ

【請求項 5】

前記パラメータ復号手段は、

過去フレームの復号スペクトルパラメータに、予測係数を乗算する予測手段と、

前記予測残差ベクトルと、前記予測係数が乗算された前記過去フレームの復号スペクトルパラメータとを加算することで、前記スペクトルパラメータを復号する加算手段と、
を含む、請求項 4 に記載のパラメータ復号装置。

【請求項 6】

前記スペクトルパラメータは I S F パラメータである請求項 4 に記載のパラメータ復号装置。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、予測器を用いて符号化されたパラメータを復号するパラメータ復号装置およびパラメータ復号方法に関する。

【背景技術】

【0002】

I T U - T 勧告 G . 7 2 9 や 3 G P P A M R などの音声コーデックでは、音声信号を分析して得られるパラメータの一部を移動平均 (Moving Average (M A)) 予測モデルに基づく予測量子化方法で量子化している (特許文献 1、非特許文献 1、非特許文献 2)。M A 型予測量子化器は過去の量子化予測残差の線形和で現在の量子化対象パラメータを予測するモデルであり、符号励振線形予測 (Code Excited Linear Prediction (C E L P)) 型の音声コーデックでは、線スペクトル周波数 (Line Spectral Frequency (L S F)) パラメータや、エネルギーパラメータの予測に用いられている。 20

【0003】

M A 型予測量子化器は、過去有限フレーム数における量子化予測残差の重み付け線形和で予測が行われるため、量子化情報に伝送路誤りがあってもその影響が及ぶのは有限フレーム数に限定される。一方、過去の復号パラメータを再帰的に用いる自己回帰 (Auto Regressive (A R)) 型予測量子化器では、一般に高い予測利得、量子化性能が得られるものの、誤りの影響が長時間に及ぶ。このため、M A 型予測のパラメータ量子化器は、A R 型予測のパラメータ量子化器に比べて高い誤り耐性を実現することができ、特に移動通信の音声コーデックなどに用いられている。 30

【0004】

ここで、従来から、復号側においてフレームが消失した場合のパラメータ補償方法について検討されている。一般的には、消失したフレームのパラメータの代わりに、当該フレームの前のフレームのパラメータを利用して補償を行う。ただし、L S F パラメータの場合には、徐々に平均的な L S F に近づけたり、エネルギーパラメータの場合は徐々に減衰させたり、という手法により消失フレーム前のパラメータを少しずつ修正して利用することもある。 40

【0005】

M A 型予測器を利用した量子化器においても、通常この手法が用いられ、L S F パラメータの場合には補償フレームにおいて生成されたパラメータが復号されるような量子化予測残差を生成して M A 型予測器の状態を更新する処理が行われ (非特許文献 1)、エネルギーパラメータの場合には過去の量子化予測残差の平均値を一定の割合で減衰させたものを用いて M A 型予測器の状態を更新する処理が行われる (特許文献 2、非特許文献 1)。

【0006】

また、消失フレーム後の復帰フレーム (正常フレーム) の情報が得られてから、消失フレームのパラメータを内挿する手法もある。例えば、特許文献 3 では、ピッチゲインの内挿を行い、適応符号帳の内容を生成しなおす手法が提案されている。 50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平6-175695号公報

【特許文献2】特開平9-120297号公報

【特許文献3】特開2002-328700号公報

【非特許文献】

【0008】

【非特許文献1】ITU-T勧告G.729

【非特許文献2】3GPP TS 26.091

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

消失フレームのパラメータを内挿する手法は、予測量子化が行われていない場合に用いられるが、予測量子化が行われている場合には、消失フレーム直後のフレームにおいて符号化情報が正しく受信されても予測器が直前フレームの誤りの影響を受けてしまい正しい復号結果を得ることができないので、一般的に用いられない。

【0010】

このように、従来のMA型予測器を用いるパラメータ量子化装置では、内挿的な手法による消失フレームのパラメータの補償処理を行っていないため、例えばエネルギーパラメータについて減衰のさせすぎなどによる音切れが起こり、主観品質の劣化要因となる場合がある。

20

【0011】

また、予測量子化が行われている場合に、復号量子化予測残差を単純に内挿補間することによりパラメータを復号する方法も考えられるが、復号量子化予測残差は大きく変動しても復号パラメータは重み付け移動平均によりフレーム間で緩やかに変動するのに対し、この方法では、復号量子化予測残差の変動に伴って復号パラメータも変動してしまうため、復号量子化予測残差の変動が大きい場合に、かえって主観品質の劣化を大きくしてしまう。

【0012】

本発明の目的は、かかる点に鑑みてなされたものであり、予測量子化が行われている場合において、主観品質の劣化を抑えるようにパラメータの補償処理を行うことができるパラメータ復号装置およびパラメータ復号方法を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の一態様に係るパラメータ復号装置は、復号対象の現在フレームに含まれる符号化情報に基づいて量子化予測残差を求める予測残差復号手段と、前記量子化予測残差に基づいてパラメータを復号するパラメータ復号手段と、を具備し、前記予測残差復号手段は、前記現在フレームが消失した場合、過去に復号されたパラメータおよび未来フレームの量子化予測残差の重み付け線形和により現在フレームの量子化予測残差を求める、構成を採る。

40

【0014】

また、本発明の一態様に係るパラメータ符号化装置は、入力信号を分析して分析パラメータを求める分析手段と、予測係数を用いて前記分析パラメータを予測し、予測残差を量子化して得られる量子化予測残差と前記予測係数とを用いて量子化パラメータを得る符号化手段と、重み付け係数のセットを複数格納し、現在フレームの前記量子化予測残差、2フレーム過去の前記量子化予測残差、および、2フレーム過去の前記量子化パラメータに対し、前記重み付け係数のセットを用いて重み付き和を求め、前記重み付き和を用いて1フレーム過去の前記量子化パラメータを複数求める前フレーム補償手段と、前記前フレーム補償手段で求めた複数の前記1フレーム過去の前記量子化パラメータを、1フレーム過

50

去に前記分析手段により求められた前記分析パラメータと比較して、前記1フレーム過去の前記量子化パラメータを一つ選択し、選択された前記1フレーム過去の前記量子化パラメータに対応する重み付け係数セットを選択して符号化する判定手段を、を具備する構成を採る。

【0015】

また、本発明の一態様に係るパラメータ復号方法は、復号対象の現在フレームに含まれる符号化情報に基づいて量子化予測残差を求める予測残差復号工程と、前記量子化予測残差に基づいてパラメータを復号するパラメータ復号工程と、を具備し、前記予測残差復号工程では、前記現在フレームが消失した場合、過去に復号されたパラメータおよび未来フレームの量子化予測残差の重み付け線形和により現在フレームの量子化予測残差を求める、方法を採用。

10

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、予測量子化が行われている場合において、現在フレームが消失した場合、過去に復号されたパラメータ、過去フレームの量子化予測残差および未来フレームの量子化予測残差の重み付け線形和により現在フレームの量子化予測残差を求めることにより、主観品質の劣化を抑えるようにパラメータの補償処理を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の実施の形態1に係る音声復号装置の主要な構成を示すブロック図

20

【図2】本発明の実施の形態1に係る音声復号装置のLPC復号部の内部構成を示す図

【図3】図2中のコードベクトル復号部の内部構成を示す図

【図4】消失フレームがない場合に通常の実施を行った結果の一例を示す図

【図5】本実施の形態の補償処理を行った結果の一例を示す図

【図6】従来の補償処理を行った結果の一例を示す図

【図7】従来の補償処理を行った結果の一例を示す図

【図8】本発明の実施の形態2に係る音声復号装置の主要な構成を示すブロック図

【図9】図8中のLPC復号部の内部構成を示すブロック図

【図10】図9中のコードベクトル復号部の内部構成を示すブロック図

30

【図11】本発明の実施の形態3に係る音声復号装置の主要な構成を示すブロック図

【図12】図11中のLPC復号部の内部構成を示すブロック図

【図13】図12中のコードベクトル復号部の内部構成を示すブロック図

【図14】図1中の利得復号部の内部構成を示すブロック図

【図15】図14中の予測残差復号部の内部構成を示すブロック図

【図16】図15中のサブフレーム量子化予測残差生成部の内部構成を示すブロック図

【図17】本発明の実施の形態5に係る音声符号化装置の主要な構成を示すブロック図

【図18】本発明の実施の形態6に係る音声信号伝送システムを構成する音声信号送信装置及び音声信号受信装置の構成を示すブロック図

【図19】本発明の実施の形態7に係る音声復号装置のLPC復号部の内部構成を示す図

【図20】図19中のコードベクトル復号部の内部構成を示す図

40

【図21】本発明の実施の形態8に係る音声復号装置の主要な構成を示すブロック図

【図22】本発明の実施の形態8に係る音声復号装置のLPC復号部の内部構成を示す図

【図23】図22中のコードベクトル復号部の内部構成を示す図

【図24】本発明の実施の形態9に係る音声復号装置のLPC復号部の内部構成を示す図

【図25】図24中のコードベクトル復号部の内部構成を示す図

【図26】本発明の実施の形態10に係る音声復号装置の主要な構成を示すブロック図

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。なお、以下の各実施の形態においては、本発明のパラメータ復号装置／パラメータ符号化装置を、そ

50

れぞれ C E L P 型の音声復号装置／音声符号化装置に適用する場合を例に説明を行う。

【0019】

(実施の形態 1)

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る音声復号装置の主要な構成を示すブロック図である。図 1 に示す音声復号装置 100 において、図示しない符号化装置から伝送された符号化情報は、多重分離部 101 により固定符号帳符号 F_{n+1} 、適応符号帳符号 A_{n+1} 、利得符号 G_{n+1} 、および L P C (線形予測係数: Linear Prediction Coefficients) 符号 L_{n+1} に分離される。別途、音声復号装置 100 には、フレーム消失符号 B_{n+1} が入力される。ここで各符号の添え字 n は、復号対象のフレーム番号を表す。すなわち、図 1 では、復号対象の第 n フレーム (以下、「現フレーム」という) の次の第 $(n+1)$ フレーム (以下、「次フレーム」という) における符号化情報を分離している。

10

【0020】

固定符号帳符号 F_{n+1} は固定符号帳ベクトル (Fixed Codebook Vector (F C V)) 復号部 102 に、適応符号帳符号 A_{n+1} は適応符号帳ベクトル (Adaptive Codebook Vector (A C V)) 復号部 103 に、利得符号 G_{n+1} は利得復号部 104 に、L P C 符号 L_{n+1} は L P C 復号部 105 に、それぞれ入力される。また、フレーム消失符号 B_{n+1} は、F C V 復号部 102、A C V 復号部 103、利得復号部 104、および L P C 復号部 105 の全てに入力される。

【0021】

F C V 復号部 102 は、フレーム消失符号 B_n が「第 n フレームは正常フレームである」ことを示している場合には固定符号帳符号 F_n を用いて固定符号帳ベクトルを生成し、フレーム消失符号 B_n が「第 n フレームは消失フレームである」ことを示している場合にはフレーム消失補償 (隠蔽) 処理によって固定符号帳ベクトルを生成する。生成された固定符号帳ベクトルは、利得復号部 104 及び増幅器 106 に入力される。

20

【0022】

A C V 復号部 103 は、フレーム消失符号 B_n が「第 n フレームは正常フレームである」ことを示している場合には適応符号帳符号 A_n を用いて適応符号帳ベクトルを生成し、フレーム消失符号 B_n が「第 n フレームは消失フレームである」ことを示している場合にはフレーム消失補償 (隠蔽) 処理によって適応符号帳ベクトルを生成する。生成された適応符号帳ベクトルは、増幅器 107 に入力される。

30

【0023】

利得復号部 104 は、フレーム消失符号 B_n が「第 n フレームは正常フレームである」ことを示している場合には利得符号 G_n 及び固定符号帳ベクトルを用いて固定符号帳利得と適応符号帳利得を生成し、フレーム消失符号 B_n が「第 n フレームは消失フレームである」ことを示している場合にはフレーム消失補償 (隠蔽) 処理によって固定符号帳利得と適応符号帳利得とを生成する。生成された固定符号帳利得は増幅器 106 に入力され、生成された適応符号帳利得は増幅器 107 に入力される。

【0024】

L P C 復号部 105 は、フレーム消失符号 B_n が「第 n フレームは正常フレームである」ことを示している場合には L P C 符号 L_n を用いて L P C パラメータを復号し、フレーム消失符号 B_n が「第 n フレームは消失フレームである」ことを示している場合にはフレーム消失補償 (隠蔽) 処理によって L P C パラメータを復号する。復号された復号 L P C パラメータは、L P C 合成部 109 に入力される。なお、L P C 復号部 105 の詳細については後述する。

40

【0025】

増幅器 106 は、利得復号部 104 から出力された固定符号帳利得を F C V 復号部 102 から出力された固定符号帳ベクトルに乗算し、乗算結果を加算器 108 に出力する。増幅器 107 は、利得復号部 104 から出力された適応符号帳利得を A C V 復号部 103 から出力された適応符号帳ベクトルに乗算し、乗算結果を加算器 108 に出力する。加算器 108 は、増幅器 106 から出力された固定符号帳利得乗算後の固定符号帳ベクトルと増

50

幅器 107 から出力された適応符号帳利得乗算後の適応符号帳ベクトルとを加算し、加算結果（以下、「和ベクトル」という）を L P C 合成部 109 に出力する。

【0026】

L P C 合成部 109 は、L P C 復号部 105 から出力された復号 L P C パラメータを用いて線形予測合成フィルタを構成し、加算器 108 から出力された和ベクトルを駆動信号として線形予測合成フィルタを駆動し、駆動の結果得られた合成信号をポストフィルタ 110 に出力する。ポストフィルタ 110 は、L P C 合成部 109 から出力された合成信号にホルマント強調やピッチ強調処理等を行い、復号音声信号として出力する。

【0027】

次に、本実施の形態に係るパラメータの補償処理の詳細について、L P C パラメータを補償する場合を例に説明する。図 2 は、図 1 中の L P C 復号部 105 の内部構成を示す図である。

【0028】

L P C 符号 L_{n+1} はバッファ 201 およびコードベクトル復号部 203 に入力され、フレーム消失符号 B_{n+1} はバッファ 202、コードベクトル復号部 203 および選択器 209 に入力される。

【0029】

バッファ 201 は、次フレームの L P C 符号 L_{n+1} を 1 フレームの間保持し、コードベクトル復号部 203 に出力する。バッファ 201 からコードベクトル復号部 203 に出力される L P C 符号は、バッファ 201 で 1 フレームの間保持された結果、現フレームの L P C 符号 L_n となる。

【0030】

バッファ 202 は、次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} を 1 フレームの間保持し、コードベクトル復号部 203 に出力する。バッファ 202 からコードベクトル復号部 203 に出力されるフレーム消失符号は、バッファ 202 で 1 フレームの間保持された結果、現フレームのフレーム消失符号 B_n となる。

【0031】

コードベクトル復号部 203 は、過去 M フレームの量子化予測残差ベクトル $x_{n-1} \sim x_n$ 、 x_{n-M} 、1 フレーム前の復号 L S F ベクトル y_{n-1} 、次フレームの L P C 符号 L_{n+1} 、次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} 、現フレームの L P C 符号 L_n および現フレームのフレーム消失符号 B_n を入力し、これらの情報に基づいて現フレームの量子化予測残差ベクトル x_n を生成し、バッファ 204-1 および増幅器 205-1 に出力する。なお、コードベクトル復号部 203 の詳細については後述する。

【0032】

バッファ 204-1 は、現フレームの量子化予測残差ベクトル x_n を 1 フレームの間保持し、コードベクトル復号部 203、バッファ 204-2、および増幅器 205-2 に出力する。これらに入力される量子化予測残差ベクトルは、バッファ 204-1 で 1 フレームの間保持された結果、1 フレーム前の量子化予測残差ベクトル x_{n-1} となる。同様に、バッファ 204-i (i は 2 から M-1) は、それぞれ、量子化予測残差ベクトル x_{n-j+1} を 1 フレームの間保持し、コードベクトル復号部 203、バッファ 204-(i+1)、および増幅器 205-(i+1) に出力する。バッファ 204-M は、量子化予測残差ベクトル x_{n-M+1} を 1 フレームの間保持し、コードベクトル復号部 203 および増幅器 205-(M+1) に出力する。

【0033】

増幅器 205-1 は、量子化予測残差ベクトル x_n に所定の M A 予測係数 α_0 を乗じて加算器 206 に出力する。同様に、増幅器 205-j (j は 2 から M+1) は、量子化予測残差ベクトル x_{n-j+1} に所定の M A 予測係数 α_{j-1} を乗じて加算器 206 に出力する。なお、M A 予測係数のセットは一種類の固定値であっても良いが、I T U-T 勧告 G. 729 では 2 種類のセットが用意されており、どちらのセットを用いて復号を行うかは符号器側で決定され、L P C 符号 L_n の情報の一部として符号化され、伝送される。この場合、L

10

20

30

40

50

P C 復号部 1 0 5 は、M A 予測係数のセットをテーブルとして備えており、符号器側で指定されたセットを図 2 中の $\alpha_0 \sim \alpha_M$ として用いる構成となる。

【0034】

加算器 2 0 6 は、各増幅器 2 0 5 - 1 ~ 2 0 5 - (M + 1) から出力された M A 予測係数乗算後の量子化予測残差ベクトルの総和を計算し、計算結果である復号 L S F ベクトル y_n をバッファ 2 0 7 および L P C 変換部 2 0 8 に出力する。

【0035】

バッファ 2 0 7 は、復号 L S F ベクトル y_n を 1 フレームの間保持し、コードベクトル復号部 2 0 3 に出力する。この結果、バッファ 2 0 7 からコードベクトル復号部 2 0 3 に出力される復号 L S F ベクトルは、1 フレーム前の復号 L S F ベクトル y_{n-1} となる。

10

【0036】

L P C 変換部 2 0 8 は、復号 L S F ベクトル y_n を線形予測係数（復号 L P C パラメータ）に変換し、選択器 2 0 9 に出力する。

【0037】

選択器 2 0 9 は、現フレームのフレーム消失符号 B_n および次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} に基づいて L P C 変換部 2 0 8 から出力された復号 L P C パラメータあるいはバッファ 2 1 0 から出力された前フレームにおける復号 L P C パラメータのいずれかを選択する。具体的には、現フレームのフレーム消失符号 B_n が「第 n フレームは正常フレームである」ことを示している場合、あるいは、次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} が「第 $n+1$ フレームは正常フレームである」ことを示している場合には L P C 変換部 2 0 8 から出力された復号 L P C パラメータを選択し、現フレームのフレーム消失符号 B_n が「第 n フレームは消失フレームである」ことを示している場合、かつ、次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} が「第 $n+1$ フレームは消失フレームである」ことを示している場合にはバッファ 2 1 0 から出力された前フレームにおける復号 L P C パラメータを選択する。そして、選択器 2 0 9 は、選択結果を最終的な復号 L P C パラメータとして L P C 合成部 1 0 9 およびバッファ 2 1 0 に出力する。なお、選択器 2 0 9 がバッファ 2 1 0 から出力された前フレームにおける復号 L P C パラメータを選択する場合、実際にはコードベクトル復号部 2 0 3 から L P C 変換部 2 0 8 までの処理を全て行う必要はなく、バッファ 2 0 4 - 1 ~ 2 0 4 - M の内容を更新する処理だけを行えばよい。

20

【0038】

バッファ 2 1 0 は、選択器 2 0 9 から出力された復号 L P C パラメータを 1 フレームの間保持し、選択器 2 0 9 に出力する。この結果、バッファ 2 1 0 から選択器 2 0 9 に出力される復号 L P C パラメータは、1 フレーム前の復号 L P C パラメータとなる。

30

【0039】

次に、図 2 中のコードベクトル復号部 2 0 3 の内部構成について、図 3 のブロック図を用いて詳細に説明する。

【0040】

コードブック 3 0 1 は、現フレームの L P C 符号 L_n によって特定されるコードベクトルを生成して切替スイッチ 3 0 9 へ出力するとともに、次フレームの L P C 符号 L_{n+1} によって特定されるコードベクトルを生成して増幅器 3 0 7 に出力する。なお、既に述べたように、I T U - T 勧告 G . 7 2 9 では L P C 符号 L_n に M A 予測係数セットを特定する情報も含まれており、この場合、L P C 符号 L_n はコードベクトルの復号のほかに M A 予測係数の復号にも使用されるが、ここでは説明を省略する。また、コードブックは多段構成であったり、スプリット構成であったりする。例えば I T U - T 勧告 G . 7 2 9 では 2 段構成で、2 段目が 2 つに分割（スプリット）された符号帳構成である。また、多段構成や分割構成のコードブックから出力されるベクトルは、通常そのまま用いられずに次の間隔が極端に狭かったり、順序が逆転しているような場合は最小間隔を特定値になることを保証したり、順序性を保ったりする処理が一般的に行われる。

40

【0041】

過去 M フレームの量子化予測残差ベクトル $x_{n-1} \sim x_{n-M}$ は、対応する増幅器 3 0 2 - 1

50

～302-M、および、対応する増幅器305-1～305-Mにそれぞれ入力される。

【0042】

増幅器302-1～302-Mは、それぞれ、入力した量子化予測残差ベクトル $x_{n-1} \sim x_{n-M}$ にMA予測係数 $\alpha_1 \sim \alpha_M$ を乗算し、加算器303に出力する。なお、前述したように、ITU-T勧告G.729の場合、MA予測係数のセットが2種類あり、どちらを用いるのかという情報はLPC符号 L_n に含まれている。また、これら乗算が行われる消失フレームでは、LPC符号 L_n が消失しているため、実際には前フレームで使用したMA予測係数セットが用いられる。すなわち、前フレームのLPC符号 L_{n-1} から復号されたMA予測係数セット情報を用いる。また、前フレームも消失フレームである場合はさらにその前のフレームの情報を用いる。

10

【0043】

加算器303は、増幅器302-1～302-Mから出力されたMA予測係数乗算後の各量子化予測残差ベクトルの総和を計算し、計算結果であるベクトルを加算器304に出力する。加算器304は、バッファ207から出力された前フレームの復号LSFベクトル y_{n-1} から、加算器303から出力されたベクトルを減算し、計算結果であるベクトルを切替スイッチ309に出力する。

【0044】

加算器303から出力されるベクトルは現フレームにおいてMA型予測器によって予測された予測LSFベクトルであり、加算器304は前フレームの復号LSFベクトルが生成されるために必要な現フレームにおける量子化予測残差ベクトルを求める処理を行っている。すなわち、増幅器302-1～302-M、加算器303および加算器304では、前フレームの復号LSFベクトル y_{n-1} が現フレームの復号LSFベクトル y_n となるようにベクトルを計算している。

20

【0045】

増幅器305-1～305-Mは、それぞれ、入力した量子化予測残差ベクトル $x_{n-1} \sim x_{n-M}$ に重み付け係数 $\beta_1 \sim \beta_M$ を乗算し、加算器308に出力する。増幅器306は、バッファ207から出力された前フレームの復号LSFベクトル y_{n-1} に重み付け係数 β_1 を乗算し、加算器308に出力する。増幅器307は、コードブック301から出力されたコードベクトル x_{n+1} に重み付け係数 β_0 を乗算し、加算器308に出力する。

【0046】

加算器308は、増幅器305-1～305-M、増幅器306および増幅器307から出力されたベクトルの総和を計算し、計算結果であるコードベクトルを切替スイッチ309に出力する。すなわち、加算器308は、次フレームのLPC符号 L_{n+1} によって特定されるコードベクトル、前フレームの復号LSFベクトル、および過去Mフレームの量子化予測残差ベクトルを重み付け加算することによりベクトルを計算している。

30

【0047】

切替スイッチ309は、現フレームのフレーム消失符号 B_n が「第nフレームは正常フレームである」ことを示す場合にはコードブック301から出力されたコードベクトルを選択し、これを現フレームの量子化予測残差ベクトル x_n として出力する。一方、切替スイッチ309は、現フレームのフレーム消失符号 B_n が「第nフレームは消失フレームである」ことを示す場合には、次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} がどちらの情報を有しているかによって、出力するベクトルをさらに選択する。

40

【0048】

すなわち、次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} が「第n+1フレームは消失フレームである」ことを示す場合には、切替スイッチ309は、加算器304から出力されたベクトルを選択し、これを現フレームの量子化予測残差ベクトル x_n として出力する。なお、この場合、コードブック301および増幅器305-1～305-Mから加算器308までのベクトルを生成する過程の処理は行う必要がない。

【0049】

また、次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} が「第n+1フレームは正常フレームで

50

ある」ことを示す場合には、切替スイッチ 309 は、加算器 308 から出力されたベクトルを選択し、これを現フレームの量子化予測残差ベクトル x_n として出力する。なお、この場合、増幅器 302-1 ~ 302-M から加算器 304 までのベクトルを生成する過程の処理は行う必要がない。

【0050】

このように、本実施の形態によれば、現フレームが消失した場合に、次のフレームが正常に受信されていれば、過去に復号されたパラメータ、過去に受信されたフレームの量子化予測残差および未来のフレームの量子化予測残差を利用した補償処理専用の重み付け加算処理（重み付け線形和）によって現フレームの LSF パラメータの復号量子化予測残差の補償処理を行い、補償した量子化予測残差を用いて LSF パラメータの復号を行う。これにより、過去の復号 LSF パラメータを繰り返し利用するよりも高い補償性能を実現することができる。

10

【0051】

以下、本実施の形態の補償処理を行った結果について、図 4 から図 7 を用いて、従来技術と比較する形で具体例を挙げて説明する。なお、図 4 から図 7 において、○は復号量子化予測残差を、●は補償処理により得られた復号量子化予測残差を、◇は復号パラメータを、◆は補償処理により得られた復号パラメータを、それぞれ示す。

【0052】

図 4 は、消失フレームがない場合に通常処理を行った結果の一例を示す図であり、復号量子化予測残差から以下の式 (1) により第 n フレームの復号パラメータ y_n を求めたものである。なお、式 (1) において、 c_n は、第 n フレームの復号量子化予測残差である。

20

$$y_n = 0.6c_n + 0.3c_{n-1} + 0.1c_{n-2} \quad \dots (1)$$

【0053】

図 5 は、本実施の形態の補償処理を行った結果の一例を示す図であり、図 6 および図 7 は、従来の補償処理を行った結果の一例を示す図である。図 5、図 6、図 7 において、第 n フレームが消失し、その他のフレームは正常フレームであるとする。

【0054】

図 5 に示す本実施の形態の補償処理は、復号パラメータのフレーム間の変動が緩やかになるように、第 $n-1$ フレームの復号パラメータ y_{n-1} と第 n フレームの復号パラメータ y_n の距離、および、第 n フレームの復号パラメータ y_n と第 $n+1$ フレームの復号パラメータ y_{n+1} の距離の和 D (D は以下の式 (2) で定義される) を最小とするように、以下の式 (3) を用いて消失した第 n フレームの復号量子化予測残差 c_n を求める。

30

【数 1】

$$\begin{aligned} D &= |y_{n+1} - y_n|^2 + |y_n - y_{n-1}|^2 \quad \dots (2) \\ &= |0.6c_{n+1} + 0.3c_n + 0.1c_{n-1} - 0.6c_n - 0.3c_{n-1} - 0.1c_{n-2}|^2 + |0.6c_n + 0.3c_{n-1} + 0.1c_{n-2} - y_{n-1}|^2 \\ &= |0.6c_{n+1} - 0.3c_n - 0.2c_{n-1} - 0.1c_{n-2}|^2 + |0.6c_n + 0.3c_{n-1} + 0.1c_{n-2} - y_{n-1}|^2 \end{aligned}$$

40

【数 2】

$$\begin{aligned} \frac{\partial D}{\partial c_n} &= 0.9c_n - 0.36c_{n+1} + 0.24c_{n-1} + 0.06c_{n-2} - 1.2y_{n-1} = 0 \\ c_n &= 0.4c_{n+1} - 0.533333c_{n-1} - 0.2c_{n-2} + 1.333333y_{n-1} \quad \dots (3) \end{aligned}$$

【0055】

そして、本実施の形態の補償処理は、式 (3) で求められた復号量子化予測残差 c_n を用いて、上記式 (1) により、消失した第 n フレームの復号パラメータ y_n を求める。この結果、図 4 と図 5 の比較から明らかなように、本実施の形態の補償処理により得られた

50

復号パラメータ y_n は、消失フレームがない場合において通常の処理により得られたものとほぼ同じ値となる。

【0056】

これに対し、図6に示す従来の補償処理は、第 n フレームが消失した場合、第 $n-1$ フレームの復号パラメータ y_{n-1} をそのまま第 n フレームの復号パラメータ y_n として使用する。また、図6に示す従来の補償処理では、上記式(1)の逆算により、第 n フレームの復号量子化予測残差 c_n を求める。

【0057】

この場合、復号量子化予測残差の変動に伴う復号パラメータの変動を考慮していないため、図4と図6の比較から明らかなように、図6の従来の補償処理により得られた復号パラメータ y_n は、消失フレームがない場合において通常の処理により得られたものと値が大きく異なってしまう。また、第 n フレームの復号量子化予測残差 c_n も異なるため、図6の従来の補償処理により得られた第 $n+1$ フレームの復号パラメータ y_{n+1} も、消失フレームがない場合において通常の処理により得られたものと値が異なってしまう。

【0058】

また、図7に示す従来の補償処理は、復号量子化予測残差を内挿補間により求めるものであり、第 n フレームが消失した場合、第 $n-1$ フレームの復号量子化予測残差 c_{n-1} と第 $n+1$ フレームの復号量子化予測残差 c_{n+1} の平均値を第 n フレームの復号量子化予測残差 c_n として使用する。

【0059】

そして、図7に示す従来の補償処理は、内挿補間により求められた復号量子化予測残差 c_n を用いて、上記式(1)により、消失した第 n フレームの復号パラメータ y_n を求める。

【0060】

この結果、図4と図7の比較から明らかなように、図7の従来の補償処理により得られた復号パラメータ y_n は、消失フレームがない場合において通常の処理により得られたものと値が大きく異なってしまう。これは、復号量子化予測残差は大きく変動しても復号パラメータは重み付け移動平均によりフレーム間で緩やかに変動するのに対し、この従来の補償処理では、復号量子化予測残差の変動に伴って復号パラメータも変動してしまうためである。また、第 n フレームの復号量子化予測残差 c_n も異なるため、図7の従来の補償処理により得られた第 $n+1$ フレームの復号パラメータ y_{n+1} も、消失フレームがない場合において通常の処理により得られたものと値が異なってしまう。

【0061】

(実施の形態2)

図8は、本発明の実施の形態2に係る音声復号装置の主要な構成を示すブロック図である。図8に示す音声復号装置100は、図1と比較して、LPC復号部105に入力されるパラメータとして補償モード情報 E_{n+1} がさらに追加されている点のみが異なる。

【0062】

図9は、図8中のLPC復号部105の内部構成を示すブロック図である。図9に示すLPC復号部105は、図2と比較して、コードベクトル復号部203に入力されるパラメータとして補償モード情報 E_{n+1} がさらに追加されている点のみが異なる。

【0063】

図10は、図9中のコードベクトル復号部203の内部構成を示すブロック図である。図10に示すコードベクトル復号部203は、図3と比較して、係数復号部401がさらに追加されている点のみが異なる。

【0064】

係数復号部401は、重み付け係数 ($\beta_{-1} \sim \beta_M$) のセット (以下、「係数セット」という) を複数種類格納し、入力した補償モード E_{n+1} に応じて、係数セットの中から1つの重み付け係数のセットを選択し、増幅器305-1~305-M、306、307に出力する。

10

20

30

40

50

【0065】

このように、本実施の形態によれば、実施の形態1で説明した特徴に加えて、補償処理を行うための重み付け加算の重み付け係数のセットを複数用意し、符号器側でどの重み付け係数セットを用いれば高い補償性能が得られるのかを確認した上で最適なセットを特定するための情報を復号器側へ伝送し、復号器側では受信した情報に基づいて、指定された重み付け係数セットを用いて補償処理を行うので、実施の形態1よりさらに高い補償性能が得ることができる。

【0066】

(実施の形態3)

図11は、本発明の実施の形態3に係る音声復号装置の主要な構成を示すブロック図である。図11に示す音声復号装置100は、図8と比較して、LPC復号部105にされるLPC符号 L_{n+1} を2種類の符号 V_{n+1} 、 K_{n+1} に分離する分離部501がさらに追加されている点のみが異なる。符号Vはコードベクトルを生成するための符号であり、符号KはMA予測係数符号である。

10

【0067】

図12は、図11中のLPC復号部105の内部構成を示すブロック図である。コードベクトルを生成する符号 V_n 、 V_{n+1} は、LPC符号 L_n 、 L_{n+1} と同じように用いられるので、説明を省略する。図12に示すLPC復号部105は、図9と比較して、バッファ601および係数復号部602がさらに追加され、コードベクトル復号部203に入力されるパラメータとしてMA予測係数符号 K_{n+1} がさらに追加されている点のみが異なる。

20

【0068】

バッファ601は、MA予測係数符号 K_{n+1} を1フレームの間保持し、係数復号部602に出力する。この結果、バッファ601から係数復号部602に出力されるMA予測係数符号は、1フレーム前のMA予測係数符号 K_n となる。

【0069】

係数復号部602は、係数セットを複数種類格納し、フレーム消失符号 B_n 、 B_{n+1} 、補償モード E_{n+1} およびMA予測係数符号 K_n によって係数セットを特定し、増幅器205-1~205-(M+1)に出力する。ここで、係数復号部602における係数セットの特定の仕方は以下の3通りである。

30

【0070】

入力したフレーム消失符号 B_n が「第nフレームは正常フレームである」ことを示す場合、係数復号部602は、MA予測係数符号 K_n で指定される係数セットを選択する。

【0071】

また、入力したフレーム消失符号 B_n が「第nフレームは消失フレームである」ことを示し、フレーム消失符号 B_{n+1} が「第n+1フレームは正常フレームである」ことを示す場合、係数復号部602は、第n+1フレームのパラメータとして受信されている補償モード E_{n+1} を用いて、選択対象となる係数セットを決定する。例えば、補償モード符号 E_{n+1} が補償フレームである第nフレームで使用すべきMA予測係数のモードを示すように予め決めておけば、補償モード符号 E_{n+1} をそのままMA予測係数符号 K_n の代わりとして使用することができる。

40

【0072】

また、入力したフレーム消失符号 B_n が「第nフレームは消失フレームである」ことを示し、かつ、フレーム消失符号 B_{n+1} が「第n+1フレームは消失フレームである」ことを示す場合、利用できる情報は前フレームで使用した係数セットの情報のみであるので、係数復号部602は、前フレームで使用した係数セットを繰り返し使用するようにする。もしくは予め決めておいたモードの係数セットを固定的に使用するようにしても良い。

【0073】

図13は、図12中のコードベクトル復号部203の内部構成を示すブロック図である。図13に示すコードベクトル復号部203は、図10と比較して、係数復号部401が

50

、補償モード E_{n+1} および MA 予測係数符号 K_{n+1} の両方を用いて係数セットを選択する点異なる。

【0074】

図13において、係数復号部401は、複数の重み付け係数セットを備えており、重み付け係数セットは次フレームで使用されるMA予測係数に応じて用意されている。例えば、MA予測係数のセットが2種類の場合であって、一方をモード0、他方をモード1とすると、次フレームのMA予測係数のセットがモード0の場合の専用の重み付け係数セット群と次フレームのMA予測係数のセットがモード1の場合の専用の重み付け係数セット群とから構成される。

【0075】

この場合、係数復号部401は、MA予測係数符号 K_{n+1} によって、上記どちらかの重み付け係数セット群を決定し、入力した補償モード E_{n+1} に応じて係数セットの中から1つの重み付け係数のセットを選択し、増幅器305-1～305-M、306、307に出力する。

【0076】

以下、重み付け係数 $\beta_{-1} \sim \beta_M$ の決め方の一例を示す。既に述べたように、第nフレームが消失し、第n+1フレームを受信している場合、第n+1フレームにおける量子化予測残差を正しく復号できても最終的な復号パラメータは両フレームにおいて未知である。このため、何らかの仮定（拘束条件）を設定しないと両フレームの復号パラメータは一意に決まらない。そこで、既に復号済みの第n-1フレームの復号パラメータから、第nフレームおよび第n+1フレームの復号パラメータがなるべく離れないように、第nフレームにおける復号パラメータと第n-1フレームにおける復号パラメータとの距離と、第n+1フレームにおける復号パラメータと第nフレームにおける復号パラメータとの距離との和である $D^{(j)}$ を最小とするように、以下の式(4)により量子化予測残差 y_n を求める。

【数3】

$$D^{(j)} = |y_n^{(j)} - y_{n-1}^{(j)}|^2 + |y_{n+1}^{(j)} - y_n^{(j)}|^2 \quad \dots (4)$$

$$y_n^{(j)} = \sum_{i=0}^M \alpha_i^{(j)} x_{n-i}^{(j)}$$

$$y_{n+1}^{(j)} = \sum_{i=0}^M \alpha'_i{}^{(j)} x_{n+1-i}^{(j)}$$

【0077】

パラメータがLSFである場合は、式(4)における $x_n^{(j)}$ 、 $y_n^{(j)}$ 、 $\alpha_i^{(j)}$ 、 $\alpha'_i{}^{(j)}$ は以下の通りである。

$x_n^{(j)}$ ：第nフレームにおけるLSFパラメータの第j成分の量子化予測残差

$y_n^{(j)}$ ：第nフレームにおける復号LSFパラメータの第j成分

$\alpha_i^{(j)}$ ：第nフレームにおけるMA予測係数セットのうちの第i次成分の第j成分

$\alpha'_i{}^{(j)}$ ：第n+1フレームにおけるMA予測係数セットのうちの第i次成分の第j成分

M：MA予測次数

【0078】

ここで、 $D^{(j)}$ を $x_n^{(j)}$ で偏微分して0と置いて得られる式を $x_n^{(j)}$ について解くと、 $x_n^{(j)}$ は、以下の式(5)の形で表される。

【数4】

$$x_n^{(j)} = \beta_0^{(j)} x_{n+1}^{(j)} + \sum_{i=1}^M \beta_i^{(j)} x_{n-i}^{(j)} + \beta_{-1}^{(j)} y_{n-1}^{(j)} \quad \dots (5)$$

10

20

30

40

50

【0079】

なお、式(5)において、 $\beta_i^{(j)}$ は重み付け係数であり、 $\alpha_i^{(j)}$ と $\alpha'_i^{(j)}$ で表される。つまり、MA予測係数のセットが1種類しかない場合は、重み付け係数 $\beta_i^{(j)}$ のセットも1種類しかないが、MA予測係数セットが複数種類ある場合は、 $\alpha_i^{(j)}$ と $\alpha'_i^{(j)}$ の組み合わせによって複数種類の重み付け係数のセットが得られる。

【0080】

例えば、ITU-T勧告G.729の場合は、MA予測係数のセットが2種類あるので、これらをモード0およびモード1のセットとすると、第nフレームおよび第n+1フレームの双方ともモード0の場合、第nフレームはモード0で第n+1フレームはモード1の場合、第nフレームはモード1で第n+1フレームはモード0の場合、第nフレームお

10

【0081】

第1の方法は、4種類の全てのセットを用いて符号器側で第nフレームの復号LSFと第n+1フレームの復号LSFを生成し、生成された第nフレームの復号LSFと入力信号を分析して得られた未量子化LSFとのユークリッド距離を算出し、生成された第n+1フレームの復号LSFと入力信号を分析して得られた未量子化LSFとのユークリッド距離を算出し、これらのユークリッド距離の総和を最小とする重み付け係数 β のセットを1つ選び、選ばれたセットを2ビットで符号化して復号器に伝送する方法である。この場

20

【0082】

第2の方法は、第n+1フレームのMA予測係数モード情報を利用して、1フレーム辺りの追加ビット数を1ビットにする方法である。復号器側で、第n+1フレームのMA予測係数のモード情報が分かっているので、 $\alpha_i^{(j)}$ と $\alpha'_i^{(j)}$ の組み合わせは2通りに限定される。すなわち、第n+1フレームのMA予測モードがモード0である場合は、第nフレームと第n+1フレームのMA予測モードの組み合わせは(0-0)か(1-0)のい

30

【0083】

第3の方法は、選択情報を全く送らない方法であり、使用する重み付け係数のセットはMA予測モードの組み合わせが(0-0)か(1-1)かの2種類のみとし、第n+1フレームでのMA予測係数のモードが0の場合は前者を、1の場合は後者を選択するようにする方法である。あるいは、(0-0)か(0-1)のように、消失フレームのモードを特定のモードに固定する方法でも良い。

【0084】

その他にも、入力信号が定常的であると判断できるフレームでは、従来法のように第n-1フレームと第nフレームとの復号パラメータが等しくなるようにする方法や、第n+1フレームと第nフレームの復号パラメータが等しくなるという仮定の下で求められる重み付け係数 β のセットを使用する方法も考えられる。

40

【0085】

定常性の判定には、第n-1フレームと第n+1フレームのピッチ周期情報や、MA予測係数のモード情報などを利用することができる。すなわち、第n-1フレームと第n+1フレームとで復号されるピッチ周期の差が小さいときには定常であると判定する方法や、第n+1フレームで復号されるMA予測係数のモード情報が定常的なフレームを符号化するのに適したモード(すなわち高い次数のMA予測係数もある程度大きな重みを有して

50

いるモード)が選択されている場合は定常であると判定する方法が考えられる。

【0086】

このように、本実施の形態では、実施の形態2に加えて、MA予測係数のモードが2種類あるので、定常的な区間とそうでない区間とで異なるMA予測係数のセットを用いることができ、LSF量子化器の性能をより高めることができる。

【0087】

また、式(4)を最小とする式(5)の重み付け係数セットを用いることにより、消失フレームおよび消失フレームの次のフレームである正常フレームでの復号LSFパラメータが、消失フレームの前フレームのLSFパラメータから大きく逸脱した値にならないことが保証される。このため、次のフレームの復号LSFパラメータが未知であっても、次のフレームの受信情報(量子化予測残差)を有効に利用しつつ、誤った方向へ補償してしまう場合のリスク、すなわち正しい復号LSFパラメータから大きく逸脱してしまうリスクを最低限に抑えることができる。

【0088】

また、補償モードの選択方法として上記第2の方法を利用すれば、補償処理用の重み付け係数セットを特定する情報の一部としてMA予測係数のモード情報を利用することができるので、追加伝送する補償処理用の重み付け係数セットの情報を少なくすることもできる。

【0089】

(実施の形態4)

図14は、図1中の利得復号部104の内部構成を示すブロック図である(図8、図11の利得復号部104も同様)。本実施の形態では、ITU-T勧告G.729の場合と同様に、利得の復号はサブフレームに1回行われ、1フレームは2サブフレームより成るものとして、図14では n をフレーム番号、 m をサブフレーム番号とし(第 n フレームにおける第1サブフレームおよび第2サブフレームのサブフレーム番号を m および $m+1$ とする)、第 n フレームの2サブフレーム分の利得符号(G_m 、 G_{m+1})を順次復号するものとして図示した。

【0090】

図14において、利得復号部104には、第 $n+1$ フレームの利得符号 G_{n+1} が多重分離部101より入力される。利得符号 G_{n+1} は分離部700に入力され、第 $n+1$ フレームの第1サブフレームの利得符号 G_{m+2} と第2サブフレームの利得符号 G_{m+3} に分離される。なお、利得符号 G_{m+2} と G_{m+3} への分離は、多重分離部101で行われても良い。

【0091】

利得復号部104では、入力された G_n 、 G_{n+1} から生成された G_m 、 G_{m+1} 、 G_{m+2} 、 G_{m+3} を用いてサブフレーム m の復号利得とサブフレーム $m+1$ の復号利得を順番に復号する。

【0092】

以下、図14において、利得符号 G_m を復号する際の利得復号部104の各部の動作について説明する。

【0093】

利得符号 G_{m+2} は、バッファ701および予測残差復号部704に入力され、フレーム消失符号 B_{n+1} は、バッファ703、予測残差復号部704および選択器713に入力される。

【0094】

バッファ701は、入力される利得符号を1フレームの間保持し、予測残差復号部704に出力するので、予測残差復号部704に出力される利得符号は1フレーム前の利得符号となる。すなわち、バッファ701に入力される利得符号が G_{m+2} の場合、出力される利得符号は G_m である。バッファ702も701と同様の処理を行う。すなわち、入力される利得符号を1フレームの間保持して、予測残差復号部704へ出力する。バッファ

10

20

30

40

50

701の入出力は第1サブフレームの利得符号であり、バッファ702の入出力は第2サブフレームの利得符号であるという点のみが異なる。

【0095】

バッファ703は、次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} を1フレームの間保持し、予測残差復号部704、選択器713およびFCベクトルエネルギー算出部708に出力する。バッファ703から予測残差復号部704、選択器713およびFCベクトルエネルギー算出部708に出力されるフレーム消失符号は、入力されているフレームより1フレーム前のフレーム消失符号となるので、現フレームのフレーム消失符号 B_n である。

【0096】

予測残差復号部704は、過去Mサブフレームの対数量子化予測残差(MA予測残差を量子化したものの対数をとったもの) $x_{m-1} \sim x_{m-M}$ 、1サブフレーム前の復号エネルギー(対数復号利得) e_{m-1} 、予測残差バイアス利得 e_B 、次フレームの利得符号 G_{m+2} および G_{m+3} 、次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} 、現フレームの利得符号 G_m および G_{m+1} および現フレームのフレーム消失符号 B_n を入力し、これらの情報に基づいて現サブフレームの量子化予測残差を生成し、対数演算部705および乗算部712に出力する。なお、予測残差復号部704の詳細については後述する。

【0097】

対数演算部705は、予測残差復号部704から出力された量子化予測残差の対数(ITU-T勧告G.729では $20 \times \log_{10}(x)$ 、 x は入力) x_m を計算し、バッファ706-1に出力する。

【0098】

バッファ706-1は、対数演算部705から対数量子化予測残差 x_m を入力し、1サブフレームの間保持し、予測残差復号部704、バッファ706-2および増幅器707-1に出力する。すなわち、これらに入力される対数量子化予測残差は、1サブフレーム前の対数量子化予測残差 x_{m-1} となる。同様に、バッファ706-i(iは2からM-1)は、それぞれ、入力した対数量子化予測残差 x_{m-i} を1サブフレームの間保持し、予測残差復号部704、バッファ706-(i+1)および増幅器707-iに出力する。バッファ706-Mは、入力した対数量子化予測残差 x_{m-M+1} を1サブフレームの間保持し、予測残差復号部704および増幅器707-Mに出力する。

【0099】

増幅器707-1は、対数量子化予測残差 x_{m-1} に所定のMA予測係数 α_1 を乗じて加算器710に出力する。同様に、増幅器707-j(jは2からM)は、対数量子化予測残差 x_{m-j} に所定のMA予測係数 α_j を乗じて加算器710に出力する。なお、MA予測係数のセットは、ITU-T勧告G.729では一種類の固定値であるが、複数種類のセットが用意されていて適切なものを選択する構成であっても良い。

【0100】

FCベクトルエネルギー算出部708は、現フレームのフレーム消失符号 B_n が、「第nフレームは正常フレームである」ことを示す場合、別途復号されたFC(固定符号帳)ベクトルのエネルギーを算出し、算出結果を平均エネルギー加算部709に出力する。また、FCベクトルエネルギー算出部708は、現フレームのフレーム消失符号 B_n が、「現フレームが消失フレームである」ことを示す場合、前サブフレームでのFCベクトルのエネルギーを平均エネルギー加算部709に出力する。

【0101】

平均エネルギー加算部709は、FCベクトルエネルギー算出部708から出力されたFCベクトルのエネルギーを平均エネルギーから減算して、減算結果である予測残差バイアス利得 e_B を予測残差復号部704および加算器710に出力する。なお、ここでは平均エネルギーは、予め設定された定数とする。また、エネルギーの加減算は対数領域で行う。

【0102】

加算器710は、増幅器707-1~707-Mから出力されたMA予測係数乗算後の対数量子化予測残差と平均エネルギー加算部709から出力された予測残差バイアス利得 e

10

20

30

40

50

B との総和を計算し、計算結果である対数予測利得をべき乗演算部 711 に出力する。

【0103】

べき乗演算部 711 は、加算器 710 から出力された対数予測利得のべき乗 (10^x 、 x は入力) を計算し、計算結果である予測利得を乗算器 712 に出力する。

【0104】

乗算器 712 は、べき乗演算部 711 から出力された予測利得に、予測残差復号部 704 から出力された量子化予測残差を乗算し、乗算結果である復号利得を選択器 713 に出力する。

【0105】

選択器 713 は、現フレームのフレーム消失符号 B_n および次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} に基づいて乗算器 712 から出力された復号利得あるいは増幅器 715 から出力された減衰後の前フレームの復号利得のいずれかを選択する。具体的には、現フレームのフレーム消失符号 B_n が「第 n フレームは正常フレームである」ことを示している場合、あるいは、次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} が「第 $n+1$ フレームは正常フレームである」ことを示している場合には乗算器 712 から出力された復号利得を選択し、現フレームのフレーム消失符号 B_n が「第 n フレームは消失フレームである」ことを示していて、かつ、次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} が「第 $n+1$ フレームは消失フレームである」ことを示している場合には、増幅器 715 から出力された減衰後の前フレームの復号利得を選択する。そして、選択器 713 は、選択結果を最終的な復号利得として増幅器 106、107、バッファ 714 および対数演算部 716 に出力する。なお、選択器 713 が増幅器 715 から出力された減衰後の前フレーム復号利得を選択する場合、実際には予測残差復号部 704 から乗算器 712 までの処理を全て行う必要はなく、バッファ 706-1 ~ 706-M の内容を更新する処理だけを行えばよい。

【0106】

バッファ 714 は、選択器 713 から出力された復号利得を 1 サブフレームの間保持し、増幅器 715 に出力する。この結果、バッファ 714 から増幅器 715 に出力される復号利得は、1 サブフレーム前の復号利得となる。増幅器 715 は、バッファ 714 から出力された 1 サブフレーム前の復号利得に所定の減衰係数を乗じて選択器 713 に出力する。この所定の減衰係数の値は、例えば ITU-T 勧告 G.729 では 0.98 であるが、これはコーデックに最適な値を適宜設計したものとすればよく、消失したフレームが有聲フレームか無聲フレームかなど消失フレームにおける信号の特徴によって値を変化させても良い。

【0107】

対数演算部 716 は、選択器 713 から出力された復号利得の対数 (ITU-T 勧告 G.729 では $20 \times \log_{10}(x)$ 、 x は入力) e_m を計算し、バッファ 717 に出力する。バッファ 717 は、対数演算部 716 から対数復号利得 e_m を入力し、1 サブフレームの間保持し、予測残差復号部 704 に出力する。すなわち、予測残差復号部 704 に入力される対数復号利得は、1 サブフレーム前の対数復号利得 e_{m-1} となる。

【0108】

図 15 は、図 14 中の予測残差復号部 704 の内部構成を示すブロック図である。図 15 において、利得符号 G_m 、 G_{m+1} 、 G_{m+2} 、 G_{m+3} はコードブック 801 に入力され、フレーム消失符号 B_n 、 B_{n+1} は切替スイッチ 812 に入力され、過去 M サブフレームの対数量子化予測残差 $x_{m-1} \sim x_{m-M}$ は加算器 802 に入力され、1 サブフレーム前の対数復号利得 e_{m-1} および予測残差バイアス利得 e_B はサブフレーム量子化予測残差生成部 807 およびサブフレーム量子化予測残差生成部 808 に入力される。

【0109】

コードブック 801 は、入力された利得符号 G_m 、 G_{m+1} 、 G_{m+2} 、 G_{m+3} から対応する量子化予測残差を復号し、利得符号 G_m 、 G_{m+1} に対応する量子化予測残差を切替スイッチ 813 を介して切替スイッチ 812 に出力し、利得符号 G_{m+2} 、 G_{m+3} に対応する量子化予測残差を対数演算部 806 に出力する。

【0110】

切替スイッチ813は、利得符号 G_m および G_{m+1} から復号された量子化予測残差のいずれかを選択して切替スイッチ812に出力する。具体的には、第1サブフレームの利得復号処理を行う場合には利得符号 G_m から復号された量子化予測残差を選択し、第2サブフレームの利得復号処理を行う場合には利得符号 G_{m+1} から復号された量子化予測残差を選択する。

【0111】

加算器802は、過去Mサブフレームの対数量子化予測残差 $x_{m-1} \sim x_{m-M}$ の総和を計算し、計算結果を増幅器803に出力する。増幅器803は、加算器802の出力値を1/M倍することにより平均値を算出し、算出結果を4dB減衰部804に出力する。

10

【0112】

4dB減衰部804は、増幅器803の出力値を4dB下げてべき乗演算部805に出力する。この4dBの減衰は、フレーム消失から復帰したフレーム（サブフレーム）において、予測器が過大な予測値を出力しないようにするためのものである。そのような必要が生じない構成例では減衰器は必ずしも必要ではない。また、減衰量の4dBも最適値を自由に設計可能である。

【0113】

べき乗演算部805は、4dB減衰部804の出力値のべき乗を計算し、計算結果である補償予測残差を切替スイッチ812に出力する。

【0114】

対数演算部806は、コードブック801から出力された2つの量子化予測残差（利得符号 G_{m+2} および G_{m+3} から復号したもの）の対数を計算し、計算結果である対数量子化予測残差 x_{m+2} 、 x_{m+3} をサブフレーム量子化予測残差生成部807およびサブフレーム量子化予測残差生成部808に出力する。

20

【0115】

サブフレーム量子化予測残差生成部807は、対数量子化予測残差 x_{m+2} 、 x_{m+3} 、過去Mサブフレームの対数量子化予測残差 $x_{m-1} \sim x_{m-M}$ 、1サブフレーム前の復号エネルギー e_{m-1} および予測残差バイアス利得 e_B を入力し、これらの情報に基づいて第1サブフレームの対数量子化予測残差を算出し、切替スイッチ810に出力する。同様に、サブフレーム量子化予測残差生成部808は、対数量子化予測残差 x_{m+2} 、 x_{m+3} 、過去Mサブフレームの対数量子化予測残差 $x_{m-1} \sim x_{m-M}$ 、1サブフレーム前の復号エネルギー e_{m-1} および予測残差バイアス利得 e_B を入力し、これらの情報に基づいて第2サブフレームの対数量子化予測残差を算出し、バッファ809に出力する。なお、サブフレーム量子化予測残差生成部807、808の詳細については後述する。

30

【0116】

バッファ809は、サブフレーム量子化予測残差生成部808から出力された第2サブフレームの対数予測残差を1サブフレームの間保持し、第2サブフレームの処理が行われるときに切替スイッチ810に出力する。なお、第2サブフレームの処理時には、予測残差復号部704の外部にて $x_{m-1} \sim x_{m-M}$ 、 e_{m-1} 、 e_B が更新されるが、サブフレーム量子化予測残差生成部807およびサブフレーム量子化予測残差生成部808のいずれにおいても何の処理も行われず、全ての処理は第1サブフレームの処理時に行われる。

40

【0117】

切替スイッチ810は、第1サブフレーム処理時には、サブフレーム量子化予測残差生成部807に接続され、生成された第1サブフレームの対数量子化予測残差をべき乗演算部811に出力し、第2サブフレーム処理時には、バッファ809に接続され、第2サブフレーム量子化残差生成部808で生成された第2サブフレームの対数量子化予測残差をべき乗演算部811に出力する。べき乗演算部811は、切替スイッチ810から出力された対数量子化残差をべき乗し、計算結果である補償予測残差を切替スイッチ812に出力する。

【0118】

50

切替スイッチ 812 は、現フレームのフレーム消失符号 B_n が「第 n フレームは正常フレームである」ことを示す場合には切替スイッチ 813 を介してコードブック 801 から出力された量子化予測残差を選択する。一方、切替スイッチ 812 は、現フレームのフレーム消失符号 B_n が「第 n フレームは消失フレームである」ことを示す場合には、次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} がどちらの情報を有しているかによって、出力する補償予測算差をさらに選択する。

【0119】

すなわち、切替スイッチ 812 は、次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} が「第 $n+1$ フレームは消失フレームである」ことを示す場合には、べき乗演算部 805 から出力された補償予測残差を選択し、次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} が「第 $n+1$ フレームは正常フレームである」ことを示す場合には、べき乗演算部 811 から出力された補償予測残差を選択する。なお、選択される端子以外の端子に入力されるデータは必要ないので、実際の処理においてはまず切替スイッチ 812 においてどの端子を選択するのかを決定し、決定された端子に出力される信号を生成するための処理を行うのが一般的である。

【0120】

図 16 は、図 15 中のサブフレーム量子化予測残差生成部 807 の内部構成を示すブロック図である。なお、サブフレーム量子化予測残差生成部 808 の内部構成も図 16 と同一であり、重み付け係数の値のみがサブフレーム量子化予測残差生成部 807 と異なるのみである。

【0121】

増幅器 901-1 ~ 901-M は、それぞれ、入力した対数量子化予測残差 $x_{m-1} \sim x_{m-M}$ に重み付け係数 $\beta_1 \sim \beta_M$ を乗算し、加算器 906 に出力する。増幅器 902 は、前サブフレームにおける対数利得 e_{m-1} に重み付け係数 β_{-1} を乗算し、加算器 906 に出力する。増幅器 903 は、対数バイアス利得 e_B に重み付け係数 β_B を乗算し、加算器 906 に出力する。増幅器 904 は、対数量子化予測残差 x_{m+2} に重み付け係数 β_{00} を乗算し、加算器 906 に出力する。増幅器 905 は、対数量子化予測残差 x_{m+3} に重み付け係数 β_{01} を乗算し、加算器 906 に出力する。

【0122】

加算器 906 は、増幅器 901-1 ~ 901-M、増幅器 902、増幅器 903、増幅器 904 および増幅器 905 から出力された対数量子化予測残差の総和を計算し、計算結果を切替スイッチ 810 に出力する。

【0123】

以下、本実施の形態における重み付け係数 β のセットの決め方の一例を示す。既に述べたように、ITU-T 勧告 G.729 の場合、利得量子化はサブフレーム処理であり、1 フレームは 2 サブフレームから構成されているため、1 フレームの消失は 2 サブフレーム連続のバースト消失となる。したがって、実施の形態 3 で示した方法では重み付け係数 β のセットを決定することができない。そこで、本実施の形態では、以下の式 (6) の D を最小とする x_m と x_{m+1} を求める。

10

20

30

【数 5】

$$D=|y_m-y_{m-1}|^2+|y_{m+1}-y_m|^2+|y_{m+2}-y_{m+1}|^2+|y_{m+3}-y_{m+2}|^2 \quad \dots (6)$$

$$y_m = \sum_{i=0}^M \alpha_i x_{m-i} + x_B$$

$$y_{m+1} = \sum_{i=0}^M \alpha_i x_{m+1-i} + x_B$$

$$y_{m+2} = \sum_{i=0}^M \alpha_i x_{m+2-i} + x_B$$

$$y_{m+3} = \sum_{i=0}^M \alpha_i x_{m+3-i} + x_B$$

10

【0 1 2 4】

ここでは I T U-T 勧告 G. 729 のように 1 フレームが 2 サブフレームで構成されていて、MA 予測係数が 1 種類のみの場合を例として説明する。式 (6) において、 y_{m-1} 、 y_m 、 y_{m+1} 、 y_{m+2} 、 y_{m+3} 、 x_m 、 x_{m+1} 、 x_{m+2} 、 x_{m+3} 、 x_B 、 α_i は以下の通りである。

20

y_{m-1} : 前フレームの第 2 サブフレームの復号対数利得

y_m : 現フレームの第 1 サブフレームの復号対数利得

y_{m+1} : 現フレームの第 2 サブフレームの復号対数利得

y_{m+2} : 次フレームの第 1 サブフレームの復号対数利得

y_{m+3} : 次フレームの第 2 サブフレームの復号対数利得

x_m : 現フレームの第 1 サブフレームの対数量子化予測残差

x_{m+1} : 現フレームの第 2 サブフレームの対数量子化予測残差

x_{m+2} : 次フレームの第 1 サブフレームの対数量子化予測残差

x_{m+3} : 次フレームの第 2 サブフレームの対数量子化予測残差

30

x_B : 対数バイアス利得

α_i : 第 i 次の MA 予測係数

【0 1 2 5】

式 (6) を x_m について偏微分して 0 とおいて得られる式と、式 (6) を x_{m+1} について偏微分して 0 とおいて得られる式と、を連立方程式として x_m および x_{m+1} について解くと、式 (7) および式 (8) が得られる。重み付け係数 β_{00} 、 β_{01} 、 $\beta_1 \sim \beta_M$ 、 β_{-1} 、 β_B 、 β'_{00} 、 β'_{01} 、 $\beta'_1 \sim \beta'_M$ 、 β'_{-1} 、 β'_B 、は $\alpha_0 \sim \alpha_M$ から求められるので、一意に決まる。

【数 6】

$$x_m = \beta_{01} x_{m+3} \beta_{00} x_{m+2} + \sum_{i=1}^M \beta_i x_{m-i} + \beta_{-1} y_{m-1} + \beta_0 x_B \quad \dots (7)$$

40

【数 7】

$$x_{m+1} = \beta'_{01} x_{m+3} \beta'_{00} x_{m+2} + \sum_{i=1}^M \beta'_i x_{m-i} + \beta'_{-1} y_{m-1} + \beta'_0 x_B \quad \dots (8)$$

【0 1 2 6】

このように、次のフレームが正常に受信されている場合、過去に受信した対数量子化予

50

測残差と次のフレームの対数量子化予測残差とを利用した補償処理専用の重み付け加算処理によって現在のフレームの対数量子化予測残差の補償処理を行い、補償した対数量子化予測残差を用いて利得パラメータの復号を行うので、過去の復号利得パラメータを単調減衰して利用するよりも高い補償性能を実現することができる。

【0127】

また、式(6)を最小とする式(7)および式(8)の重み付け係数セットを用いることにより、消失フレーム(2サブフレーム)および消失フレームの次のフレーム(2サブフレーム)である正常フレーム(2サブフレーム)での復号対数利得パラメータが消失フレームの前サブフレームの対数利得パラメータから大きく離れないことが保証される。このため、次のフレーム(2サブフレーム)の復号対数利得パラメータが未知であっても、次のフレーム(2サブフレーム)の受信情報(対数量子化予測残差)を有効に利用しつつ、誤った方向へ補償してしまった場合のリスク(正しい復号利得パラメータから大きく逸脱するリスク)を最低限に抑えることができる。

【0128】

(実施の形態5)

図17は、本発明の実施の形態5に係る音声符号化装置の主要な構成を示すブロック図である。図17は、実施の形態3で説明した第2の方法によって重み付け係数セットを決め、補償モード情報 E_{n+1} を符号化する例、すなわち、第 n フレームのMA予測係数モード情報を利用して、第 $n-1$ フレームの補償モード情報を1ビットで表現する方法を示す。

【0129】

この場合、前フレームLPC補償部1003は、現フレームの復号量子化予測残差と2フレーム前から $M+1$ フレーム前の復号量子化予測残差の重み付け和により、図13を用いて説明したようにして第 $n-1$ フレームの補償LSFを求める。図13では第 $n+1$ フレームの符号化情報を用いて第 n フレームの補償LSFを求めているのに対して、ここでは第 n フレームの符号化情報を用いて第 $n-1$ フレームの補償LSFを求めているので、フレーム番号が一つずれた対応関係になる。つまり、第 n フレーム(=現フレーム)のMA予測係数符号によって、 $\alpha_i^{(j)}$ と $\alpha'_{i-1}^{(j)}$ の組み合わせを4通りの中の2通りに限定し(すなわち、第 n フレームのMA予測モードがモード0である場合は、第 $n-1$ フレームと第 n フレームのMA予測モードの組み合わせは(0-0)か(1-0)のいずれかであるので重み付け係数 β のセットはこの2種類に限定し)、前フレームLPC補償部1003は、この2種類の重み付け係数 β のセットを用いて2種類の補償LSF $\omega_{0n}^{(j)}$ および $\omega_{1n}^{(j)}$ を生成する。

【0130】

補償モード判定器1004は、 $\omega_{0n}^{(j)}$ と $\omega_{1n}^{(j)}$ のうちのどちらが入力LSFである $\omega_n^{(j)}$ に近いかに基づいてモードの決定を行う。 $\omega_{0n}^{(j)}$ および $\omega_{1n}^{(j)}$ と $\omega_n^{(j)}$ との離れ度合いは、単純なユークリッド距離に基づいても良いし、ITU-T勧告G.729のLSF量子化で用いられているような重み付けユークリッド距離に基づいても良い。

【0131】

以下、図17の音声符号化装置の各部の動作について説明する。

【0132】

入力信号 s_n は、LPC分析部1001、ターゲットベクトル算出部1006およびフィルタ状態更新部1013にそれぞれ入力される。

【0133】

LPC分析部1001は、入力信号 s_n に対して公知の線形予測分析を行い、線形予測係数 a_j ($j=0\sim M$ 、 M は線形予測分析次数。 $a_0=1.0$)をインパルス応答算出部1005、ターゲットベクトル算出部1006およびLPC符号化部1002に出力する。また、LPC分析部1001は、線形予測係数 a_j をLSFパラメータ $\omega_n^{(j)}$ に変換して補償モード判定器1004に出力する。

【0134】

L P C 符号化部 1 0 0 2 は、入力した L P C (線形予測係数) の量子化・符号化を行い、量子化線形予測係数 a'_j をインパルス応答算出部 1 0 0 5、ターゲットベクトル算出部 1 0 0 6 および合成フィルタ部 1 0 1 1 に出力する。本例では、L P C の量子化・符号化は L S F パラメータの領域で行われる。また、L P C 符号化部 1 0 0 2 は、L P C の符号化結果 L_n を多重化部 1 0 1 4 に出力し、量子化予測残差 x_n 、復号量子化 L S F パラメータ $\omega'_n{}^{(j)}$ および M A 予測量子化モード K_n を前フレーム L P C 補償部 1 0 0 3 に出力する。

【0135】

前フレーム L P C 補償部 1 0 0 3 は、L P C 符号化部 1 0 0 2 から出力された第 n フレームの復号量子化 L S F パラメータ $\omega'_n{}^{(j)}$ を 2 フレームの間バッファに保持する。2 フレーム前の復号量子化 L S F パラメータは $\omega'_{n-2}{}^{(j)}$ である。また、前フレーム L P C 補償部 1 0 0 3 は、第 n フレームの復号量子化予測残差 x_n を $M+1$ フレームの間保持する。また、前フレーム L P C 補償部 1 0 0 3 は、量子化予測残差 x_n と 2 フレーム前の復号量子化 L S F パラメータ $\omega'_{n-2}{}^{(j)}$ と 2 フレーム前から $M+1$ フレーム前の復号量子化予測残差 $x_{n-2} \sim x_{n-M-1}$ との重み付き和によって第 $n-1$ フレームの復号量子化 L S F パラメータ $\omega 0_n{}^{(j)}$ および $\omega 1_n{}^{(j)}$ を生成して補償モード判定器 1 0 0 4 に出力する。ここで、前フレーム L P C 補償部 1 0 0 3 は、重み付き和を求める際の重み付け係数のセットを 4 種類備えているが、L P C 符号化部 1 0 0 2 から入力された M A 予測量子化モード情報 K_n が 0 か 1 かによって、4 種類のうちの 2 種類を選んで $\omega 0_n{}^{(j)}$ および $\omega 1_n{}^{(j)}$ の生成に用いる。

【0136】

補償モード判定器 1 0 0 4 は、前フレーム L P C 補償部 1 0 0 3 から出力された 2 種類の補償 L S F パラメータ $\omega 0_n{}^{(j)}$ と $\omega 1_n{}^{(j)}$ のどちらが L P C 分析部 1 0 0 1 から出力された未量子化 L S F パラメータ $\omega_n{}^{(j)}$ に近いかを判定し、近い方の補償 L S F パラメータを生成する重み付け係数のセットに対応する符号 E_n を多重化部 1 0 1 4 に出力する。

【0137】

インパルス応答算出部 1 0 0 5 は、L P C 分析部 1 0 0 1 から出力された未量子化線形予測係数 a_j および L P C 符号化部 1 0 0 2 から出力された量子化線形予測係数 a'_j を用いて聴覚重み付け合成フィルタのインパルス応答 h を生成し、A C V 符号化部 1 0 0 7 および F C V 符号化部 1 0 0 8 に出力する。

【0138】

ターゲットベクトル算出部 1 0 0 6 は、入力信号 s_n 、L P C 分析部 1 0 0 1 から出力された未量子化線形予測係数 a_j 、L P C 符号化部 1 0 0 2 から出力された量子化線形予測係数 a'_j およびフィルタ状態更新部 1 0 1 2、1 0 1 3 から出力されたフィルタ状態とからターゲットベクトル (入力信号に聴覚重み付けフィルタをかけた信号から聴覚重み付け合成フィルタの零入力応答を除去した信号) o を算出し、A C V 符号化部 1 0 0 7、利得符号化部 1 0 0 9 およびフィルタ状態更新部 1 0 1 2 に出力する。

【0139】

A C V 符号化部 1 0 0 7 は、ターゲットベクトル算出部 1 0 0 6 よりターゲットベクトル o を、インパルス応答算出部 1 0 0 5 より聴覚重み付け合成フィルタのインパルス応答 h を、音源生成部 1 0 1 0 より前フレームで生成した音源信号 e_x をそれぞれ入力し、適応符号帳探索を行い、結果である適応符号帳番号 A_n を多重化部 1 0 1 4 へ、量子化ピッチラグ T を F C V 符号化部 1 0 0 8 へ、A C ベクトル v を音源生成部 1 0 1 0 へ、A C ベクトル v に聴覚重み付け合成フィルタのインパルス応答 h を畳み込んだフィルタ後の A C ベクトル成分 p をフィルタ状態更新部 1 0 1 2 および利得符号化部 1 0 0 9 へ、固定符号帳探索用に更新したターゲットベクトル o' を F C V 符号化部 1 0 0 8 へ、それぞれ出力する。より具体的な探索方法は、I T U-T 勧告 G. 7 2 9 等に記載されているものと同様である。図 1 7 では省略しているが、開ループピッチ探索等により、閉ループピッチ探索を行う範囲を決定することで適応符号帳探索に要する演算量を抑えるのが一般的である。

。

10

20

30

40

50

【0140】

FCV符号化部1008は、ACV符号化部1007より固定符号帳用ターゲットベクトル $\mathbf{o}$ および量子化ピッチラグ T を、インパルス応答算出部1005より聴覚重み付け合成フィルタのインパルス応答 $\mathbf{h}$ を、それぞれ入力し、例えばITU-T勧告G.729に記載されているような方法によって固定符号帳探索を行い、固定符号帳符号 F_n を多重化部1014へ、FCベクトル $\mathbf{u}$ を音源生成部1010へ、FCベクトル $\mathbf{u}$ に聴覚重み付けフィルタのインパルス応答を畳み込んで得られるフィルタ後のFC成分 $\mathbf{q}$ をフィルタ状態更新部1012および利得符号化部1009へ、それぞれ出力する。

【0141】

利得符号化部1009は、ターゲットベクトル算出部1006よりターゲットベクトル $\mathbf{o}$ を、ACV符号化部1007よりフィルタ後のACベクトル成分 $\mathbf{p}$ を、FCV符号化部1008よりフィルタ後のFCベクトル成分 $\mathbf{q}$ を、それぞれ入力し、 $|\mathbf{o} - (\mathbf{g}_a \times \mathbf{p} + \mathbf{g}_f \times \mathbf{q})|^2$ が最小と成る $\mathbf{g}_a$ と $\mathbf{g}_f$ の組を量子化適応符号帳利得および量子化固定符号帳利得として音源生成部1010に出力する。

【0142】

音源生成部1010は、ACV符号化部1007より適応符号帳ベクトル $\mathbf{v}$ を、FCV符号化部1008より固定符号帳ベクトル $\mathbf{u}$ を、利得符号化部1009より適応符号帳ベクトル利得 $\mathbf{g}_a$ および固定符号帳ベクトル利得 $\mathbf{g}_f$ を、それぞれ入力し、音源ベクトル $\mathbf{e}_x$ を $\mathbf{g}_a \times \mathbf{v} + \mathbf{g}_f \times \mathbf{u}$ により算出し、ACV符号化部1007および合成フィルタ部1011に出力する。ACV符号化部1007に出力された音源ベクトル $\mathbf{e}_x$ は、ACV符号化部内のACB（過去に生成した音源ベクトルのバッファ）の更新に用いられる。

【0143】

合成フィルタ部1011は、音源生成部1010から出力された音源ベクトル $\mathbf{e}_x$ で、LPC符号化部1002から出力された量子化線形予測係数 a'_j で構成される線形予測フィルタを駆動し、局部復号音声信号 s'_n を生成し、フィルタ状態更新部1013に出力する。

【0144】

フィルタ状態更新部1012は、ACV符号化部1007から合成適応符号帳ベクトル $\mathbf{p}$ を、FCV符号化部1008から合成固定符号帳ベクトル $\mathbf{q}$ を、ターゲットベクトル算出部1006からターゲットベクトル $\mathbf{o}$ を、それぞれ入力し、ターゲットベクトル算出部1006内の聴覚重み付けフィルタのフィルタ状態を生成し、ターゲットベクトル算出部1006に出力する。

【0145】

フィルタ状態更新部1013は、合成フィルタ部1011から出力された局部復号音声 s'_n と入力信号 s_n との誤差を計算し、これをターゲットベクトル算出部1006内の合成フィルタの状態としてターゲットベクトル算出部1006に出力する。

【0146】

多重化部1014は、符号 F_n 、 A_n 、 G_n 、 L_n 、 E_n を多重した符号化情報を出力する。

【0147】

また、本実施の形態では第 $n-1$ フレームの復号量子化LSFパラメータについてののみ未量子化LSFパラメータとの誤差を計算する例を示したが、第 n フレームの復号量子化LSFパラメータと第 n フレームの未量子化LSFパラメータとの誤差も考慮して補償モードを決定するようにしても良い。

【0148】

このように、本実施の形態に係る音声符号化装置によれば、実施の形態3の音声復号化装置に対応して、補償処理に最適な補償処理用の重み付け係数セットを特定し、その情報を復号器側に伝送するので、復号器側でより高い補償性能が得られ、復号音声信号の品質が改善される。

【0149】

10

20

30

40

50

(実施の形態 6)

図 18 は、本発明の実施の形態 6 に係る音声信号伝送システムを構成する音声信号送信装置及び音声信号受信装置の構成を示すブロック図である。実施の形態 5 の音声符号化装置が音声信号送信装置に、実施の形態 1 ～ 3 のいずれかの音声復号装置が音声信号受信装置に適用されている点のみが従来と異なる。

【0150】

音声信号送信装置 1100 は、入力装置 1101、A/D 変換装置 1102、音声符号化装置 1103、信号処理装置 1104、RF 変調装置 1105、送信装置 1106 及びアンテナ 1107 を有している。

【0151】

A/D 変換装置 1102 の入力端子は、入力装置 1101 に接続されている。音声符号化装置 1103 の入力端子は、A/D 変換装置 1102 の出力端子に接続されている。信号処理装置 1104 の入力端子は、音声符号化装置 1103 の出力端子に接続されている。RF 変調装置 1105 の入力端子は、信号処理装置 1104 の出力端子に接続されている。送信装置 1106 の入力端子は、RF 変調装置 1105 の出力端子に接続されている。アンテナ 1107 は、送信装置 1106 の出力端子に接続されている。

【0152】

入力装置 1101 は、音声信号を受けてこれを電気信号であるアナログ音声信号に変換し、A/D 変換装置 1102 に与える。A/D 変換装置 1102 は、入力装置 1101 からのアナログの音声信号をデジタル音声信号に変換し、これを音声符号化装置 1103 へ与える。音声符号化装置 1103 は、A/D 変換装置 1102 からのデジタル音声信号を符号化して音声符号化ビット列を生成し信号処理装置 1104 に与える。信号処理装置 1104 は、音声符号化装置 1103 からの音声符号化ビット列にチャンネル符号化処理やパケット化処理及び送信バッファ処理等を行った後、その音声符号化ビット列を RF 変調装置 1105 に与える。RF 変調装置 1105 は、信号処理装置 1104 からのチャンネル符号化処理等が行われた音声符号化ビット列の信号を変調して送信装置 1106 に与える。送信装置 1106 は、RF 変調装置 1105 からの変調された音声符号化信号をアンテナ 1107 を介して電波 (RF 信号) として送出する。

【0153】

音声信号送信装置 1100 においては、A/D 変換装置 1102 を介して得られるデジタル音声信号に対して数十 ms のフレーム単位で処理が行われる。システムを構成するネットワークがパケット網である場合には、1 フレーム又は数フレームの符号化データを 1 つのパケットに入れこのパケットをパケット網に送出する。なお、前記ネットワークが回線交換網の場合には、パケット化処理や送信バッファ処理は不要である。

【0154】

音声信号受信装置 1150 は、アンテナ 1151、受信装置 1152、RF 復調装置 1153、信号処理装置 1154、音声復号装置 1155、D/A 変換装置 1156 及び出力装置 1157 を有している。

【0155】

受信装置 1152 の入力端子は、アンテナ 1151 に接続されている。RF 復調装置 1153 の入力端子は、受信装置 1152 の出力端子に接続されている。信号処理装置 1154 の 2 つの入力端子は、RF 復調装置 1153 の 2 つの出力端子に接続されている。音声復号装置 1155 の 2 つの入力端子は、信号処理装置 1154 の 2 つの出力端子に接続されている。D/A 変換装置 1156 の入力端子は、音声復号装置 1155 の出力端子に接続されている。出力装置 1157 の入力端子は、D/A 変換装置 1156 の出力端子に接続されている。

【0156】

受信装置 1152 は、アンテナ 1151 を介して音声符号化情報を含んでいる電波 (RF 信号) を受けてアナログの電気信号である受信音声符号化信号を生成し、これを RF 復調装置 1153 に与える。アンテナを介して受けた電波 (RF 信号) は、伝送路において

10

20

30

40

50

信号の減衰や雑音の重畳がなければ、音声信号送信装置において送出された電波（R F 信号）と全く同じものになる。

【0157】

R F 復調装置 1153 は、受信装置 1152 からの受信音声符号化信号を復調し信号処理装置 1154 に与える。また、受信音声符号化信号が正常に復調できたかどうかの情報を別途信号処理装置 1154 に与える。信号処理装置 1154 は、R F 復調装置 1153 からの受信音声符号化信号のジッタ吸収バッファリング処理、パケット組み立て処理およびチャネル復号化処理等を行い、受信音声符号化ビット列を音声復号装置 1155 に与える。また、受信音声符号化信号が正常に復調できたかどうかの情報を R F 復調装置 1153 から入力し、R F 復調装置 1153 から入力した情報が「正常に復調できなかった」ことを示しているか、または、信号処理装置内でのパケット組み立て処理等が正常に行えずに受信音声符号化ビット列を正常に復号できなかった場合に、フレーム消失が発生したことをフレーム消失情報として音声復号装置 1155 に与える。音声復号装置 1155 は、信号処理装置 1154 からの受信音声符号化ビット列の復号化処理を行って復号音声信号を生成し D/A 変換装置 1156 へ与える。音声復号装置 1155 は、受信音声符号化ビット列と平行して入力されるフレーム消失情報に従って、通常の復号処理を行うのか、フレーム消失補償（隠蔽）処理による復号処理を行うのかを決定する。D/A 変換装置 1156 は、音声復号装置 1155 からのデジタル復号音声信号をアナログ復号音声信号に変換して出力装置 1157 に与える。出力装置 1157 は、D/A 変換装置 1156 からのアナログ復号音声信号を空気の振動に変換し音波として人間の耳に聞こえる様に出力する。

10

20

【0158】

このように、実施の形態 1 から実施の形態 5 で示した音声符号化装置および音声復号装置を備えることにより、伝送路誤り（特にパケットロスに代表されるフレーム消失誤り）が発生した場合でも、従来よりも良い品質の復号音声信号を得ることができる。

【0159】

（実施の形態 7）

上記実施の形態 1 から 6 では、予測モデルとして M A 型を用いる場合について説明したが、本発明はこれに限らず、予測モデルとして A R 型を用いることもできる。実施の形態 7 では、予測モデルとして A R 型を用いる場合について説明する。なお、実施の形態 7 に係る音声復号装置の構成は、L P C 復号部の内部構成が異なるのを除いて、図 1 と同一である。

30

【0160】

図 19 は、本実施の形態に係る音声復号装置の L P C 復号部 105 の内部構成を示すブロック図である。なお、図 19 において、図 2 と共通する構成部分には、図 2 と同一の符号を付し、その詳しい説明を省略する。

【0161】

図 19 に示す L P C 復号部 105 は、図 2 と比較して、予測に関わる部分（バッファ 204、増幅器 205、加算器 206）とフレーム消失補償に関わる部分（コードベクトル復号部 203、バッファ 207）を削除し、これらに置き換わる構成部分（コードベクトル復号部 1901、増幅器 1902、加算器 1903、バッファ 1904）を追加した構成を採る。

40

【0162】

L P C 符号 L_{n+1} はバッファ 201 およびコードベクトル復号部 1901 に入力され、フレーム消失符号 B_{n+1} はバッファ 202、コードベクトル復号部 1901 および選択器 209 に入力される。

【0163】

バッファ 201 は、次フレームの L P C 符号 L_{n+1} を 1 フレームの間保持し、コードベクトル復号部 1901 に出力する。バッファ 201 からコードベクトル復号部 1901 に出力される L P C 符号は、バッファ 201 で 1 フレームの間保持された結果、現フレー

50

ムの L P C 符号 L_n となる。

【0164】

バッファ 202 は、次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} を 1 フレームの間保持し、コードベクトル復号部 1901 に出力する。バッファ 202 からコードベクトル復号部 1901 に出力されるフレーム消失符号は、バッファ 202 で 1 フレームの間保持された結果、現フレームのフレーム消失符号 B_n となる。

【0165】

コードベクトル復号部 1901 は、1 フレーム前の復号 L S F ベクトル y_{n-1} 、次フレームの L P C 符号 L_{n+1} 、次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} 、現フレームの L P C 符号 L_n および現フレームのフレーム消失符号 B_n を入力し、これらの情報に基づいて現フレームの量子化予測残差ベクトル x_n を生成し、加算器 1903 に出力する。なお、コードベクトル復号部 1901 の詳細については後述する。

10

【0166】

増幅器 1902 は、前フレームの復号 L S F ベクトル y_{n-1} に所定の A R 予測係数 a_1 を乗算し、加算器 1903 に出力する。

【0167】

加算器 1903 は、増幅器 1902 から出力された予測 L S F ベクトル（すなわち前フレームの復号 L S F ベクトルに A R 予測係数を乗じたもの）とコードベクトル復号部 1901 から出力された現フレームの量子化予測残差ベクトル x_n との和を計算し、計算結果である復号 L S F ベクトル y_n をバッファ 1904 および L P C 変換部 208 に出力する。

20

【0168】

バッファ 1904 は、現フレームの復号 L S F ベクトル y_n を 1 フレームの間保持し、コードベクトル復号部 1901 および増幅器 1902 に出力する。これらに入力される復号 L S F ベクトルは、バッファ 1904 で 1 フレームの間保持された結果、1 フレーム前の復号 L S F ベクトル y_{n-1} となる。

【0169】

なお、選択器 209 がバッファ 210 から出力された前フレームにおける復号 L P C パラメータを選択する場合、実際にはコードベクトル復号部 1901 から L P C 変換部 208 までの処理を全て行わなくてもよい。

30

【0170】

次に、図 19 のコードベクトル復号部 1901 の内部構成について、図 20 のブロック図を用いて詳細に説明する。

【0171】

コードブック 2001 は、現フレームの L P C 符号 L_n によって特定されるコードベクトルを生成して切替スイッチ 309 へ出力するとともに、次フレームの L P C 符号 L_{n+1} によって特定されるコードベクトルを生成して増幅器 2002 に出力する。なお、コードブックは多段構成であったり、スプリット構成であったりする。

【0172】

増幅器 2002 は、コードブック 2001 から出力されたコードベクトル x_{n+1} に重み付け係数 b_0 を乗算し、加算器 2005 に出力する。

40

【0173】

増幅器 2003 は、前フレームの復号 L S F ベクトルが生成されるために必要な現フレームにおける量子化予測残差ベクトルを求める処理を行う。すなわち、増幅器 2003 は、前フレームの復号 L S F ベクトル y_{n-1} が現フレームの復号 L S F ベクトル y_n となるように現フレームのベクトル x_n を計算する。具体的には、増幅器 2003 は、入力した前フレームの復号 L S F ベクトル y_{n-1} に係数 $(1 - a_1)$ を乗ずる。そして、増幅器 2003 は、計算結果を切替スイッチ 309 に出力する。

【0174】

増幅器 2004 は、入力した前フレームの復号 L S F ベクトル y_{n-1} に重み付け係数 b_1

50

$_1$ を乗算し、加算器2005に出力する。

【0175】

加算器2005は、増幅器2002および増幅器2004から出力されたベクトルの和を計算し、計算結果となるコードベクトルを切替スイッチ309に出力する。すなわち、加算器2005は、次フレームのLPC符号 L_{n+1} によって特定されるコードベクトル、前フレームの復号LSFベクトル、を重み付け加算することにより現フレームのベクトル x_n を計算する。

【0176】

切替スイッチ309は、現フレームのフレーム消失符号 B_n が「第 n フレームは正常フレームである」ことを示す場合にはコードブック2001から出力されたコードベクトルを選択し、これを現フレームの量子化予測残差ベクトル x_n として出力する。一方、切替スイッチ309は、現フレームのフレーム消失符号 B_n が「第 n フレームは消失フレームである」ことを示す場合には、次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} がどちらの情報を有しているかによって、出力するベクトルをさらに選択する。

【0177】

すなわち、次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} が「第 $n+1$ フレームは消失フレームである」ことを示す場合には、切替スイッチ309は、増幅器2003から出力されたベクトルを選択し、これを現フレームの量子化予測残差ベクトル x_n として出力する。なお、この場合、コードブック2001および増幅器2002、2004から加算器2005までのベクトルを生成する過程の処理は行う必要がない。また、この場合、 y_{n-1} を y_n として用いればよいので、必ずしも増幅器2003の処理によって x_n を生成しなくとも良い。

【0178】

また、次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} が「第 $n+1$ フレームは正常フレームである」ことを示す場合には、切替スイッチ309は、加算器2005から出力されたベクトルを選択し、これを現フレームの量子化予測残差ベクトル x_n として出力する。なお、この場合、増幅器2003の処理は行う必要がない。

【0179】

なお、本実施の形態の補償処理は、復号パラメータのフレーム間の変動が緩やかになるように、第 $n-1$ フレームの復号パラメータ y_{n-1} と第 n フレームの復号パラメータ y_n の距離、および、第 n フレームの復号パラメータ y_n と第 $n+1$ フレームの復号パラメータ y_{n+1} の距離の和 D （ D は以下の式（9）のようになる）が小さくなるように重み付け係数 b_{-1} および b_0 を決める。

【数8】

$$\begin{aligned} D &= |y_{n+1} - y_n|^2 + |y_n - y_{n-1}|^2 \\ &= |x_{n+1} + a_1 y_n - x_n - a_1 y_{n-1}|^2 + |x_n + a_1 y_{n-1} - y_{n-1}|^2 \\ &= |x_{n+1} + a_1(x_n + a_1 y_{n-1}) - x_n - a_1 y_{n-1}|^2 + |x_n + (a_1 - 1)y_{n-1}|^2 \end{aligned} \quad \dots (9)$$

【0180】

以下、重み付け係数 b_{-1} および b_0 の決め方の一例を示す。式（9）の D を最小化するため、以下の方程式（10）を、消失した第 n フレームの復号量子化予測残差 x_n について解く。その結果、以下の式（11）により x_n を求めることができる。なお、予測係数が各次で異なる場合には式（9）は式（12）に置き換わる。 a_1 はAR予測係数、 $a_1^{(j)}$ はAR予測係数セットの第 j 成分（すなわち、前フレームの復号LSFベクトル y_{n-1} の第 j 成分である $y_{n-1}^{(j)}$ に乘算する係数）を表す。

10

20

30

40

【数 9】

$$\frac{\partial D}{\partial x_n} = 2(a_1^2 - 2a_1 + 2)x_n + 2(a_1 - 1)(1 - a_1 + a_1^2)y_{n-1} + 2(a_1 - 1)x_{n+1} = 0 \quad \dots (10)$$

【数 10】

$$x_n = b_0 x_{n+1} + b_{-1} y_{n-1} \quad \dots (11)$$

$$b_0 = (1 - a_1)(a_1^2 - 2a_1 + 2)^{-1}$$

$$b_{-1} = (a_1^2 - 2a_1 + 2)^{-1} - a_1$$

10

【数 11】

$$D^{(j)} = |y_n^{(j)} - y_{n-1}^{(j)}|^2 + |y_{n+1}^{(j)} - y_n^{(j)}|^2 \quad \dots (12)$$

$$y_n^{(j)} = a_1^{(j)} y_{n-1}^{(j)} + x_n^{(j)}$$

$$y_{n+1}^{(j)} = a_1^{(j)} y_n^{(j)} + x_{n+1}^{(j)}$$

$$x_n^{(j)} = b_0^{(j)} x_{n+1}^{(j)} + b_{-1}^{(j)} y_{n-1}^{(j)} \quad (12)$$

$$b_0^{(j)} = (1 - a_1^{(j)}) \left((a_1^{(j)})^2 - 2a_1^{(j)} + 2 \right)^{-1}$$

$$b_{-1}^{(j)} = \left((a_1^{(j)})^2 - 2a_1^{(j)} + 2 \right)^{-1} - a_1^{(j)}$$

20

【0181】

上式における x 、 y 、 a は以下の通りである。

$x_n^{(j)}$ ：第 n フレームにおける L S F パラメータの第 j 成分の量子化予測残差

$y_n^{(j)}$ ：第 n フレームにおける復号 L S F パラメータの第 j 成分

$a_1^{(j)}$ ：A R 予測係数セットの第 j 成分

【0182】

このように、予測モデルとして A R 型を用いる本実施の形態によれば、現フレームが消失した場合に、次のフレームが正常に受信されていれば、過去に復号されたパラメータおよび次のフレームの量子化予測残差を利用した補償処理専用の重み付け加算処理（重み付け線形和）によって現フレームの L S F パラメータの復号量子化予測残差の補償処理を行い、補償した量子化予測残差を用いて L S F パラメータの復号を行う。これにより、過去の復号 L S F パラメータを繰り返し利用するよりも高い補償性能を実現することができる。

30

【0183】

なお、実施の形態 2 から 4 で説明した内容を、A R 型を用いる本実施の形態に適用することも可能であり、この場合でも上記と同様の効果を得ることができる。

【0184】

（実施の形態 8）

40

上記実施の形態 7 では、予測係数のセットが 1 種類しかない場合について説明したが、本発明はこれに限られず、実施の形態 2 および 3 と同様、予測係数のセットが複数種類ある場合についても適用することができる。実施の形態 8 では、予測係数セットが複数種類ある A R 型予測モデルを用いる場合の一例について説明する。

【0185】

図 21 は、実施の形態 8 に係る音声復号装置のブロック図である。なお、図 21 に示す音声復号装置 100 の構成は、L P C 復号部の内部構成が異なることと、多重分離部 101 から L P C 復号部 105 への補償モード情報 E_{n+1} の入力線がないことを除いて、図 11 と同一である。

【0186】

50

図 2 2 は、本実施の形態に係る音声復号装置の L P C 復号部 1 0 5 の内部構成を示すブロック図である。なお、図 2 2 において、図 1 9 と共通する構成部分には、図 1 9 と同一の符号を付し、その詳しい説明を省略する。

【0187】

図 2 2 に示す L P C 復号部 1 0 5 は、図 1 9 と比較して、バッファ 2 2 0 2 と係数復号部 2 2 0 3 とを追加した構成を採る。また、図 2 2 のコードベクトル復号部 2 2 0 1 の動作及び内部構成が図 1 9 のコードベクトル復号部 1 9 0 1 と異なる。

【0188】

L P C 符号 V_{n+1} はバッファ 2 0 1 およびコードベクトル復号部 2 2 0 1 に入力され、フレーム消失符号 B_{n+1} はバッファ 2 0 2、コードベクトル復号部 2 2 0 1 および選択器 2 0 9 に入力される。

10

【0189】

バッファ 2 0 1 は、次フレームの L P C 符号 V_{n+1} を 1 フレームの間保持し、コードベクトル復号部 2 2 0 1 に出力する。バッファ 2 0 1 からコードベクトル復号部 2 2 0 1 に出力される L P C 符号は、バッファ 2 0 1 で 1 フレームの間保持された結果、現フレームの L P C 符号 V_n となる。また、バッファ 2 0 2 は、次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} を 1 フレームの間保持し、コードベクトル復号部 2 2 0 1 に出力する。

【0190】

コードベクトル復号部 2 2 0 1 は、1 フレーム前の復号 L S F ベクトル y_{n-1} 、次フレームの L P C 符号 V_{n+1} 、次フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} 、現フレームの L P C 符号 V_n 、次フレームの予測係数符号 K_{n+1} および現フレームのフレーム消失符号 B_n を入力し、これらの情報に基づいて現フレームの量子化予測残差ベクトル x_n を生成し、加算器 1 9 0 3 に出力する。なお、コードベクトル復号部 2 2 0 1 の詳細については後述する。

20

【0191】

バッファ 2 2 0 2 は、A R 予測係数符号 K_{n+1} を 1 フレームの間保持し、係数復号部 2 2 0 3 に出力する。この結果、バッファ 2 2 0 2 から係数復号部 2 2 0 3 に出力される A R 予測係数符号は、1 フレーム前の A R 予測係数符号 K_n となる。

【0192】

係数復号部 2 2 0 3 は、係数セットを複数種類格納し、フレーム消失符号 B_n 、 B_{n+1} および A R 予測係数符号 K_n 、 K_{n+1} によって係数セットを特定する。ここで、係数復号部 2 2 0 3 における係数セットの特定の仕方は以下の 3 通りである。

30

【0193】

入力したフレーム消失符号 B_n が「第 n フレームは正常フレームである」ことを示す場合、係数復号部 2 2 0 3 は、A R 予測係数符号 K_n で指定される係数セットを選択する。

【0194】

また、入力したフレーム消失符号 B_n が「第 n フレームは消失フレームである」ことを示し、フレーム消失符号 B_{n+1} が「第 $n+1$ フレームは正常フレームである」ことを示す場合、係数復号部 2 2 0 3 は、第 $n+1$ フレームのパラメータとして受信されている A R 予測係数符号 K_{n+1} を用いて、選択対象となる係数セットを決定する。つまり、 K_{n+1} をそのまま A R 予測係数符号 K_n の代わりとして使用する。もしくは予めこのような場合に使用する係数セットを決めておき、 K_{n+1} に関わらずこの決めておいた係数セットを使うようにしても良い。

40

【0195】

また、入力したフレーム消失符号 B_n が「第 n フレームは消失フレームである」ことを示し、かつ、フレーム消失符号 B_{n+1} が「第 $n+1$ フレームは消失フレームである」ことを示す場合、利用できる情報は前フレームで使用した係数セットの情報のみであるので、係数復号部 2 2 0 3 は、前フレームで使用した係数セットを繰り返し使用するようにする。もしくは予め決めておいたモードの係数セットを固定的に使用するようにしても良い。

50

【0196】

そして、係数復号部2203は、AR予測係数 a_1 を増幅器1902に出力し、AR予測係数 $(1-a_1)$ をコードベクトル復号部2201に出力する。

【0197】

増幅器1902は、前フレームの復号LSFベクトル y_{n-1} に係数復号部2203から入力されるAR予測係数 a_1 を乗算し、加算器1903に出力する。

【0198】

次に、図22のコードベクトル復号部2201の内部構成について、図23のブロック図を用いて詳細に説明する。なお、図23において、図20と共通する構成部分には、図20と同一の符号を付し、その詳しい説明を省略する。図23のコードベクトル復号部2201は、図20のコードベクトル復号部1901に対して係数復号部2301を追加した構成を採る。

10

【0199】

係数復号部2301は、係数セットを複数種類格納し、AR予測係数符号 K_{n+1} によって係数セットを特定し、増幅器2002、2004に出力する。なお、ここで使用される係数セットは係数復号部2203から出力されるAR予測係数 a_1 を用いて計算することも可能であり、この場合は係数セットを格納しておく必要がなく、AR予測係数 a_1 を入力して計算すればよい。具体的な計算方法については後述する。

【0200】

コードブック2001は、現フレームのLPC符号 V_n によって特定されるコードベクトルを生成して切替スイッチ309へ出力するとともに、次フレームのLPC符号 V_{n+1} によって特定されるコードベクトルを生成して増幅器2002に出力する。なお、コードブックは多段構成であったり、スプリット構成であったりする。

20

【0201】

増幅器2002は、コードブック2001から出力されたコードベクトル x_{n+1} に係数復号部2301から出力された重み付け係数 b_0 を乗算し、加算器2005に出力する。

【0202】

増幅器2003は、係数復号部2203から出力されたAR予測係数 $(1-a_1)$ を前フレームの復号LSFベクトル y_{n-1} に乗算し、切替スイッチ309へ出力する。なお、実装上このような経路を作らずに、増幅器2003および増幅器1902および加算器1903の処理を行う代わりに、バッファ1904の出力を加算器1903の出力に替えてLPC変換部208へ入力できるような切替構成が備わっていれば、増幅器2003を経由する経路は不要である。

30

【0203】

増幅器2004は、入力した前フレームの復号LSFベクトル y_{n-1} に係数復号部2301から出力された重み付け係数 b_{-1} を乗算し、加算器2005に出力する。

【0204】

なお、本実施の形態の補償処理は、復号パラメータのフレーム間の変動が緩やかになるように、第 $n-1$ フレームの復号パラメータ y_{n-1} と第 n フレームの復号パラメータ y_n の距離、および、第 n フレームの復号パラメータ y_n と第 $n+1$ フレームの復号パラメータ y_{n+1} の距離の和 D (D は以下の式(13)のようになる)が小さくなるように重み付け係数 b_{-1} および b_0 を決める。

40

【数12】

$$\begin{aligned} D &= |y_{n+1} - y_n|^2 + |y_n - y_{n-1}|^2 \\ &= |x_{n+1} + a'_{-1} y_n - x_n - a_{-1} y_{n-1}|^2 + |x_n + a_{-1} y_{n-1} - y_{n-1}|^2 \\ &= |x_{n+1} + a'_{-1} (x_n + a_{-1} y_{n-1}) - x_n - a_{-1} y_{n-1}|^2 + |x_n + (a_{-1} - 1) y_{n-1}|^2 \quad \dots (13) \end{aligned}$$

【0205】

以下、重み付け係数 b_{-1} および b_0 の決め方の一例を示す。式(13)の D を最小化す

50

るため、以下の方程式（１４）を、消失した第 n フレームの復号量子化予測残差 x_n について解く。その結果、以下の式（１５）により x_n を求めることができる。なお、予測係数が各次で異なる場合には式（１３）は式（１６）に置き換わる。 a'_{-1} は第 $n+1$ フレームにおける AR 予測係数、 a_1 は第 n フレームにおける AR 予測係数、 $a_1^{(j)}$ は AR 予測係数セットの第 j 成分（すなわち、前フレームの復号 LSF ベクトル y_{n-1} の第 j 成分である $y_{n-1}^{(j)}$ に乗算する係数）を表す。

【数１３】

$$\frac{\partial D}{\partial x_n} = 2(a'_{-1}{}^2 - 2a'_{-1} + 2)x_n + 2\{a_1(a'_{-1}{}^2 + a'_{-1} + 2) - 1\}y_{n-1} + 2(a_1 - 1)x_{n+1} = 0 \quad \dots (14)$$

10

【数１４】

$$x_n = b_0 x_{n+1} + b_{-1} y_{n-1} \quad \dots (15)$$

$$b_0 = (1 - a'_{-1})(a'_{-1}{}^2 - 2a'_{-1} + 2)^{-1}$$

$$b_{-1} = (a'_{-1}{}^2 - 2a'_{-1} + 2)^{-1} - a_1$$

【数１５】

$$D^{(j)} = |y_n^{(j)} - y_{n-1}^{(j)}|^2 + |y_{n+1}^{(j)} - y_n^{(j)}|^2 \quad \dots (16)$$

20

$$y_n^{(j)} = a_1^{(j)} y_{n-1}^{(j)} + x_n^{(j)}$$

$$y_{n+1}^{(j)} = a_1'^{(j)} y_n^{(j)} + x_{n+1}^{(j)}$$

$$x_n^{(j)} = b_0^{(j)} x_{n+1}^{(j)} + b_{-1}^{(j)} y_{n-1}^{(j)} \quad (12)$$

$$b_0^{(j)} = (1 - a_1'^{(j)}) \left((a_1'^{(j)})^2 - 2a_1'^{(j)} + 2 \right)^{-1}$$

$$b_{-1}^{(j)} = \left((a_1'^{(j)})^2 - 2a_1'^{(j)} + 2 \right)^{-1} - a_1^{(j)}$$

30

【０２０６】

上式における x 、 y 、 a は以下の通りである。

$x_n^{(j)}$ ：第 n フレームにおける LSF パラメータの第 j 成分の量子化予測残差

$y_n^{(j)}$ ：第 n フレームにおける復号 LSF パラメータの第 j 成分

$a_1^{(j)}$ ：第 n フレームの AR 予測係数セットの第 j 成分

$a'_{-1}^{(j)}$ ：第 $n+1$ フレームの AR 予測係数セットの第 j 成分

【０２０７】

ここで、第 n フレームが消失フレームだと、第 n フレームの予測係数セットは未知である。 a_1 を決定する方法はいくつか考えられる。まず、実施の形態 2 のように第 $n+1$ フレームで追加情報として送る方法がある。ただし、追加のビットが必要であり、エンコーダ側にも修正が必要となる。次に、第 $n-1$ フレームで使われた予測係数セットを使う方法がある。さらに、第 $n+1$ フレームで受信した予測係数セットを使う方法がある。この場合、 $a_1 = a'_{-1}$ である。またさらに、常に特定の予測係数セットを使う方法がある。しかしながら、後述するように、ここで異なる a_1 を用いても同じ a_1 を用いて AR 予測を行えば、復号される y_n は等しくなる。 AR 予測を用いる予測量子化の場合、量子化予測残差 x_n は予測に関係せず、復号される量子化パラメータ y_n のみが予測に関係するので、この場合 a_1 は任意の値で良い。

40

【０２０８】

a_1 が決まれば、式（１５）または式（１６）から b_0 、 b_{-1} を決定でき、消失フレーム

50

のコードベクトル x_n を生成することができる。

【0209】

なお、上記の式(16)で得られる消失フレームのコードベクトル x_n を y_n を表す式($y_n = a_1 y_{n-1} + x_n$)に代入すると、下記の式(17)のようになる。したがって、補償処理によって生成される消失フレームにおける復号パラメータは x_{n+1} と y_{n-1} と a_1 から直接求めることができる。この場合、消失フレームにおける予測係数 a_1 を用いない補償処理が可能となる。

【数16】

$$y_n^{(j)} = \left((a_1^{(j)})^2 - 2a_1^{(j)} + 2 \right)^{-1} \left((1 - a_1^{(j)}) x_{n+1}^{(j)} + y_{n-1}^{(j)} \right) \quad \cdots (17) \quad 10$$

【0210】

このように、本実施の形態によれば、実施の形態7で説明した特徴に加えて、予測係数のセットを複数用意し、補償処理を行うので、実施の形態7よりもさらに高い補償性能を実現することができる。

【0211】

(実施の形態9)

上記実施の形態1から8では、 $n+1$ フレームを受信してから n フレームの復号を行う場合について説明したが、本発明はこれに限らず、 n フレームの生成を $n-1$ フレームの復号パラメータを用いて行い、 $n+1$ フレームの復号時に本発明の手法を用いて n フレームのパラメータ復号を行い、その結果で予測器の内部状態を更新してから $n+1$ フレームの復号を行うこともできる。 20

【0212】

実施の形態9では、この場合について説明する。実施の形態9における音声復号装置の構成は図1と同一である。また、LPC復号部105の構成は図19と同一でよいが、 $n+1$ フレームの符号化情報入力に対して $n+1$ フレームの復号を行うことを明確にするために図24のように書き換える。

【0213】

図24は、本実施の形態に係る音声復号装置のLPC復号部105の内部構成を示すブロック図である。なお、図24において、図19と共通する構成部分には、図19と同一の符号を付し、その詳しい説明を省略する。 30

【0214】

図24に示すLPC復号部105は、図19と比較して、バッファ201を削除し、コードベクトル復号部の出力が x_{n+1} であり、復号パラメータが $n+1$ フレームのもの(y_{n+1})であること、および切替スイッチ2402を追加した構成を採る。また、図24のコードベクトル復号部2401の動作及び内部構成が図19のコードベクトル復号部1901と異なる。

【0215】

LPC符号 L_{n+1} はコードベクトル復号部2401に入力され、フレーム消失符号 B_{n+1} はバッファ202、コードベクトル復号部2401および選択器209に入力される。 40

【0216】

バッファ202は、現フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} を1フレームの間保持し、コードベクトル復号部2401に出力する。バッファ202からコードベクトル復号部2401に出力されるフレーム消失符号は、バッファ202で1フレームの間保持された結果、前フレームのフレーム消失符号 B_n となる。

【0217】

コードベクトル復号部2401は、2フレーム前の復号LSFベクトル y_{n-1} 、現フレームのLPC符号 L_{n+1} 、現フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} を入力し、これらの情報に基づいて現フレームの量子化予測残差ベクトル x_{n+1} および前フレームの復号LS 50

Fベクトル y'_n を生成し、それぞれ加算器 1903 および切替スイッチ 2402 に出力する。なお、コードベクトル復号部 2401 の詳細については後述する。

【0218】

増幅器 1902 は、前フレームの復号 L S F ベクトル y_n または y'_n に所定の A R 予測係数 a_1 を乗算し、加算器 1903 に出力する。

【0219】

加算器 1903 は、増幅器 1902 から出力された予測 L S F ベクトル（すなわち前フレームの復号 L S F ベクトルに A R 予測係数を乗じたもの）を計算し、計算結果である復号 L S F ベクトル y_{n+1} をバッファ 1904 および L P C 変換部 208 に出力する。

【0220】

バッファ 1904 は、現フレームの復号 L S F ベクトル y_{n+1} を 1 フレームの間保持し、コードベクトル復号部 2401 および切替スイッチ 2402 に出力する。これらに入力される復号 L S F ベクトルは、バッファ 1904 で 1 フレームの間保持された結果、1 フレーム前の復号 L S F ベクトル y_n となる。

【0221】

切替スイッチ 2402 は、前フレームの復号 L S F ベクトル y_n か、コードベクトル復号部 2401 にて現フレームの L P C 符号 L_{n+1} を用いて生成しなおされた前フレームの復号 L S F ベクトル y'_n かのいずれかを、前フレームのフレーム消失符号 B_n によって選択する。切替スイッチ 2402 は、 B_n が消失フレームを示している場合に y'_n を選択する。

【0222】

なお、選択器 209 がバッファ 210 から出力された前フレームにおける復号 L P C パラメータを選択する場合、実際にはコードベクトル復号部 2401 から L P C 変換部 208 までの処理を全て行わなくてもよい。

【0223】

次に、図 24 のコードベクトル復号部 2401 の内部構成について、図 25 のブロック図を用いて詳細に説明する。なお、図 25 において、図 20 と共通する構成部分には、図 20 と同一の符号を付し、その詳しい説明を省略する。図 25 のコードベクトル復号部 2401 は、図 20 のコードベクトル復号部 1901 に対してバッファ 2502、増幅器 2503 および加算器 2504 を追加した構成を採る。また、図 25 の切替スイッチ 2501 の動作及び内部構成が図 20 の切替スイッチ 309 と異なる。

【0224】

コードブック 2001 は、現フレームの L P C 符号 L_{n+1} によって特定されるコードベクトルを生成して切替スイッチ 2501 へ出力するとともに、増幅器 2002 に出力する。

【0225】

増幅器 2003 は、前フレームの復号 L S F ベクトルが生成されるために必要な現フレームにおける量子化予測残差ベクトルを求める処理を行う。すなわち、増幅器 2003 は、前フレームの復号 L S F ベクトル y_n が現フレームの復号 L S F ベクトル y_{n+1} となるように現フレームのベクトル x_{n+1} を計算する。具体的には、増幅器 2003 は、入力した前フレームの復号 L S F ベクトル y_n に係数 $(1 - a_1)$ を乗ずる。そして、増幅器 2003 は、計算結果を切替スイッチ 2501 に出力する。

【0226】

切替スイッチ 2501 は、現フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} が「第 $n+1$ フレームは正常フレームである」ことを示す場合にはコードブック 2001 から出力されたコードベクトルを選択し、これを現フレームの量子化予測残差ベクトル x_{n+1} として出力する。一方、切替スイッチ 2501 は、現フレームのフレーム消失符号 B_{n+1} が「第 $n+1$ フレームは消失フレームである」ことを示す場合には、増幅器 2003 から出力されたベクトルを選択し、これを現フレームの量子化予測残差ベクトル x_{n+1} として出力する。なお、この場合、コードブック 2001 および増幅器 2002、2004 から加算器 2005 ま

10

20

30

40

50

でのベクトルを生成する過程の処理は行う必要がない。

【0227】

バッファ2502は、前フレームの復号LSFベクトル y_n を1フレームの間保持し、2フレーム前の復号LSFベクトル y_{n-1} として増幅器2004および増幅器2503へ出力する。

【0228】

増幅器2004は、入力した2フレーム前の復号LSFベクトル y_{n-1} に重み付け係数 b_{-1} を乗算し、加算器2005に出力する。

【0229】

加算器2005は、増幅器2002および増幅器2004から出力されたベクトルの和を計算し、計算結果となるコードベクトルを加算器2504に出力する。すなわち、加算器2005は、現フレームのLPC符号 L_{n+1} によって特定されるコードベクトル、2フレーム前の復号LSFベクトル、を重み付け加算することにより前フレームのベクトル x_n を計算し、加算器2504に出力する。

10

【0230】

増幅器2503は、2フレーム前の復号LSFベクトル y_{n-1} に予測係数 a_1 を乗算し、加算器2504に出力する。

【0231】

加算器2504は、加算器2005の出力（現フレームのLPC符号 L_{n+1} を用いて再計算された前フレームの復号ベクトル x_n ）と増幅器2503の出力（2フレーム前の復号LSFベクトル y_{n-1} に予測係数 a_1 を乗じたベクトル）を加算し、前フレームの復号LSFベクトル y'_n を再計算する。

20

【0232】

なお、本実施の形態の復号LSFベクトル y'_n の再計算の方法は、実施の形態7における補償処理と同様である。

【0233】

このように、本実施の形態によれば、実施の形態7の補償処理によって得られる復号ベクトル x_n を第 $n+1$ フレームの復号時の予測器内部状態にのみ利用する構成にすることにより、実施の形態7で必要となっていた処理遅延1フレーム分を削減することができる。

30

【0234】

（実施の形態10）

上記実施の形態1から9では、LPC復号部内の構成および処理にのみ特徴を備えていたが、本実施の形態に係る音声復号装置の構成は、LPC復号部外の構成について特徴を有する。本発明は図1、図8、図11、図21のいずれにも適用可能であるが、本実施の形態では図21に適用する場合を例に説明する。

【0235】

図26は、本実施の形態に係る音声復号装置を示すブロック図である。図26において、図21と同一の構成要素については図21と同一符号を付し、詳しい説明を省略する。図26に示す音声復号装置100は、図21と比較して、フィルタ利得算出部2601、音源パワ制御部2602、および増幅器2603を追加した構成を採る。

40

【0236】

LPC復号部105は、復号したLPCをLPC合成部109およびフィルタ利得算出部2601に出力する。また、LPC復号部105は、復号中の第 n フレームに対応するフレーム消失符号 B_n を音源パワ制御部2602に出力する。

【0237】

フィルタ利得算出部2601は、LPC復号部105から入力されたLPCによって構成される合成フィルタのフィルタ利得を計算する。フィルタ利得の算出方法の一例として、インパルス応答のエネルギーの平方根を求めてフィルタ利得とする方法がある。これは、入力信号をエネルギーが1であるインパルスと考えれば、入力されたLPCで構成した合成

50

フィルタのインパルス応答のエネルギーがそのままフィルタ利得情報となることに基づいている。また、フィルタ利得の算出方法の別の例として、L P Cからレビンソン・ダービンのアルゴリズムを用いて線形予測残差の2乗平均値を求めることができることから、この逆数をフィルタ利得情報として用い、線形予測残差の2乗平均の逆数の平方根をフィルタ利得とする方法もある。求められフィルタ利得は、音源パワ制御部2602に出力される。なお、フィルタ利得を表すパラメータとして、インパルス応答のエネルギーや線形予測残差の二乗平均値を、平方根を取らずに音源パワ制御部2602に出力しても良い。

【0238】

音源パワ制御部2602は、フィルタ利得算出部2601からフィルタ利得を入力し、音源信号の振幅調整用のスケーリング係数を算出する。音源パワ制御部2602は、その内部にメモリを備えていて、1フレーム前のフィルタ利得をメモリに保持している。メモリの内容は、スケーリング係数が算出された後、入力された現フレームのフィルタ利得に書き換えられる。スケーリング係数 SG_n の算出は、現フレームのフィルタ利得を FG_n 、前フレームのフィルタ利得を FG_{n-1} 、利得増加率の上限値を DG_{max} 、とすると、例えば、 $SG_n = DG_{max} \times FG_{n-1} / FG_n$ の式により行われる。ここで、利得増加率とは、 FG_n / FG_{n-1} で定義され、現フレームのフィルタ利得が前フレームのフィルタ利得と比べて何倍になったかを示すものである。その上限値を予め DG_{max} と決めておく。フレーム消失隠蔽処理によって作られた合成フィルタにおいて、フィルタ利得が前フレームのフィルタ利得に対して急激に上昇した場合、合成フィルタの出力信号のエネルギーも急激に上昇し、復号信号（合成信号）が局所的に大振幅となって異音を生じる。これを回避するため、フレーム消失隠蔽処理によって生成された復号L P Cによって構成される合成フィルタのフィルタ利得が、前フレームのフィルタ利得に対して所定の利得増加率以上に大きくなった場合、合成フィルタの駆動信号である復号音源信号のパワを下げる。このための係数がスケーリング係数であり、前記所定の利得増加率が利得増加率の上限値 DG_{max} である。通常、 DG_{max} を1もしくは0.98など1より少し小さい値に設定すれば異音の発生を避けることができる。なお、 FG_n / FG_{n-1} が DG_{max} 以下の場合、 $SG_n = 1.0$ として増幅器2603におけるスケーリングは行わなくて良い。

【0239】

また、スケーリング係数 SG_n の別の算出方法として、例えば、 $SG_n = Max(SG_{max}, FG_{n-1} / FG_n)$ によって求める方法がある。ここで、 SG_{max} はスケーリング係数の最大値を表し、例えば1.5のように1より若干大きい値とする。また、 $Max(A, B)$ はAとBのいずれか大きいほうを出力する関数である。 $SG_n = FG_{n-1} / FG_n$ の場合、フィルタ利得が増加した分、音源信号のパワが下がることとなり、現フレームの復号合成信号のエネルギーは前フレームの復号合成信号のエネルギーと同じになる。これにより前述した合成信号エネルギーの急上昇を回避することができると共に、合成信号エネルギーの急激な減衰を回避することができる。前フレームのフィルタ利得に比べて現フレームのフィルタ利得が小さくなる場合、合成信号エネルギーが急激に減衰し、音切れとして知覚される場合がある。このような場合に、 $SG_n = FG_{n-1} / FG_n$ とすると SG_n は1以上の値となり、合成信号エネルギーの局所的な減衰を回避する役割を果たす。しかしながら、フレーム消失補償処理で生成した音源信号は必ずしも音源信号として適切であるとは限らないため、スケーリング係数を大きくしすぎると却って歪が目立って品質劣化に繋がる。このため、スケーリング係数に上限を設け、 FG_{n-1} / FG_n がその上限値を上回る場合は、上限値にクリッピングする。

【0240】

なお、1フレーム前のフィルタ利得またはフィルタ利得を表すパラメータ（合成フィルタのインパルス応答のエネルギーなど）を、音源パワ制御部2602内のメモリに保持せずに、音源パワ制御部2602の外部から入力するようにしても良い。特に1フレーム前のフィルタ利得に関する情報を音声復号器の他の部分で利用している場合には、上記パラメータを外部から入力するようにし、音源パワ制御部2602の内部で書き換えることもし

ない。

【0241】

そして、音源パワ制御部2602は、LPC復号部105からフレーム消失符号 B_n を入力し、 B_n が、現フレームが消失フレームであることを示す場合には、算出したスケールリング係数を増幅器2603に出力する。一方、 B_n が現フレームは消失フレームでないことを示す場合には、音源パワ制御部2602は、スケールリング係数として1を増幅器2603に出力する。

【0242】

増幅器2603は、音源パワ制御部2602から入力したスケールリング係数を、加算器108から入力した復号音源信号に乗算してLPC合成部109へ出力する。

10

【0243】

このように、本実施の形態によれば、フレーム消失隠蔽処理によって生成された復号LPCによって構成される合成フィルタのフィルタ利得が、前フレームのフィルタ利得に対して変化する場合、合成フィルタの駆動信号である復号音声信号のパワを調整することにより、異音や音切れの発生を防ぐことができる。

【0244】

なお、 B_n が現フレームは消失フレームでないことを示す場合であっても、直前のフレームが消失フレームである（つまり、 B_{n-1} が前フレームは消失フレームであったことを示す）場合には、音源パワ制御部2602が、算出したスケールリング係数を増幅器2603に出力するようにしても良い。これは、予測符号化を用いた場合は、フレーム消失からの復帰フレームにおいても誤りの影響が残留している場合があるためである。この場合でも上記と同様の効果を得ることができる。

20

【0245】

以上、本発明の実施の形態について説明した。

【0246】

なお、上記各実施の形態では符号化パラメータをLSFパラメータとしたが、本発明はこれに限定されるものではなく、フレーム間での変動が緩やかなパラメータであればどのようなパラメータにも適用可能であり、例えば、イミタンススペクトル周波数（*immittance spectrum frequencies ; ISFs*）でも良い。

【0247】

また、上記各実施の形態では符号化パラメータをLSFパラメータそのものとしたが、平均的なLSFからの差分を取った、平均値除去後のLSFパラメータにしても良い。

30

【0248】

また、本発明に係るパラメータ復号装置／パラメータ符号化装置は、音声復号装置／音声符号化装置に適用されるほか、移動体通信システムにおける通信端末装置および基地局装置に搭載することが可能であり、これにより上記と同様の作用効果を有する通信端末装置、基地局装置、および移動体通信システムを提供することができる。

【0249】

また、ここでは、本発明をハードウェアで構成する場合を例にとって説明したが、本発明をソフトウェアで実現することも可能である。例えば、本発明に係るパラメータ復号方法のアルゴリズムをプログラミング言語によって記述し、このプログラムをメモリに記憶しておいて情報処理手段によって実行させることにより、本発明に係るパラメータ復号装置と同様の機能を実現することができる。

40

【0250】

また、上記各実施の形態の説明に用いた各機能ブロックは、典型的には集積回路であるLSIとして実現される。これらは個別に1チップ化されても良いし、一部または全てを含むように1チップ化されても良い。

【0251】

また、ここではLSIとしたが、集積度の違いによって、IC、システムLSI、スーパーLSI、ウルトラLSI等と呼称されることもある。

50

【0252】

また、集積回路化の手法はLSIに限るものではなく、専用回路または汎用プロセッサで実現しても良い。LSI製造後に、プログラム化することが可能なFPGA（Field Programmable Gate Array）や、LSI内部の回路セルの接続もしくは設定を再構成可能なリコンフィギュラブル・プロセッサを利用しても良い。

【0253】

さらに、半導体技術の進歩または派生する別技術により、LSIに置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックの集積化を行っても良い。バイオ技術の適用等が可能性としてあり得る。

【0254】

2006年11月10日出願の特願2006-305861、2007年5月17日出願の特願2007-132195及び2007年9月14日出願の特願2007-240198の日本出願に含まれる明細書、図面及び要約書の開示内容は、すべて本願に援用される。

【産業上の利用可能性】

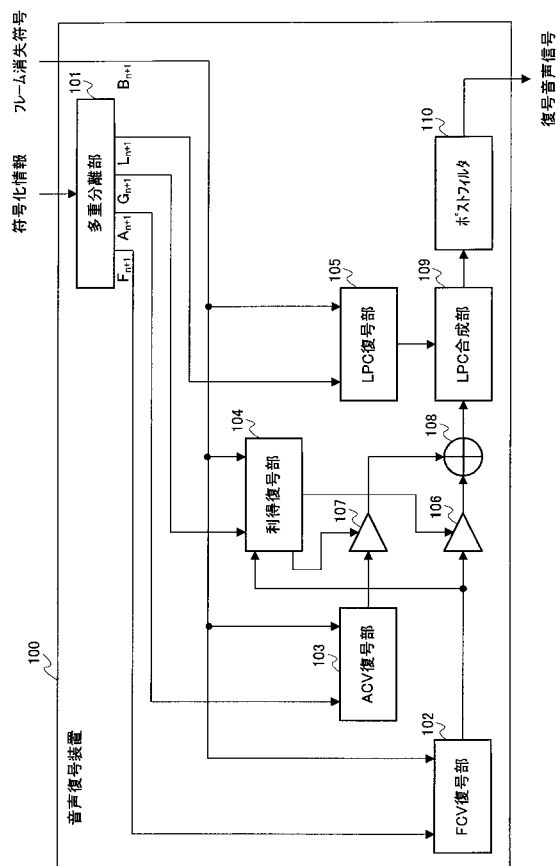
【0255】

本発明に係るパラメータ復号装置およびパラメータ復号方法は、音声復号装置、音声符号化装置、更には、移動体通信システムにおける通信端末装置、基地局装置等の用途に適用することができる。

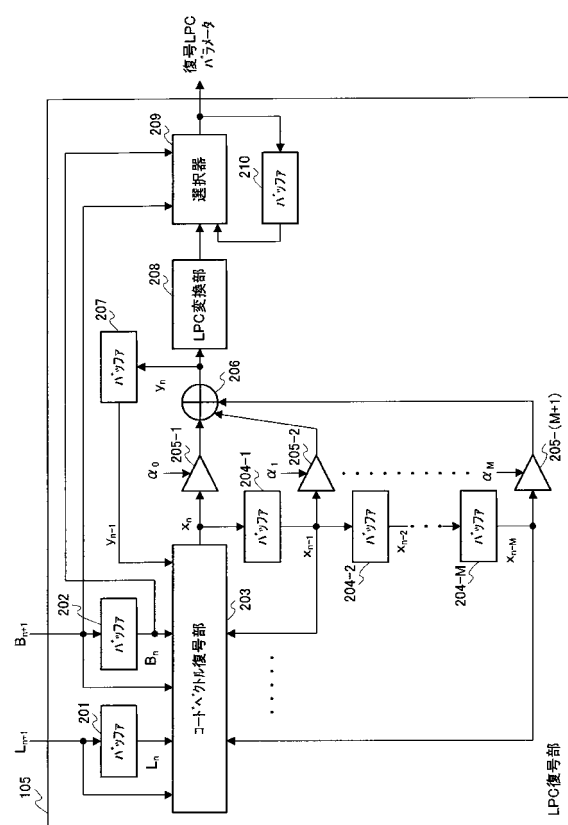
10

20

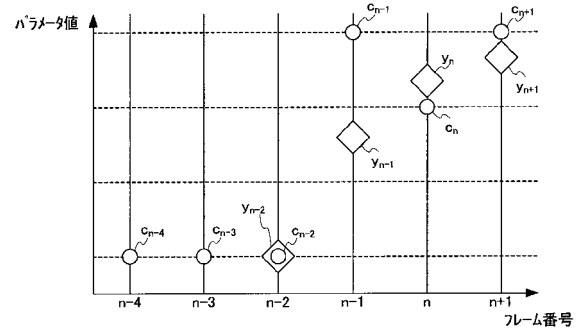
【図1】



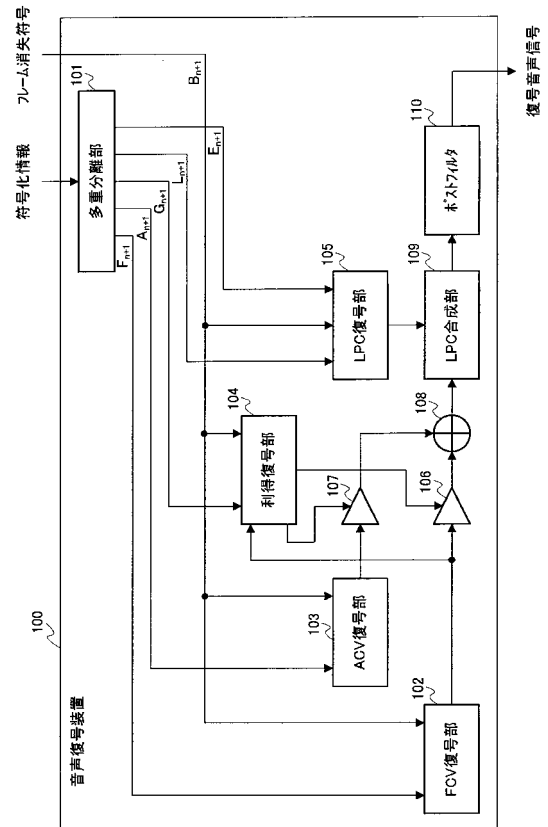
【図2】



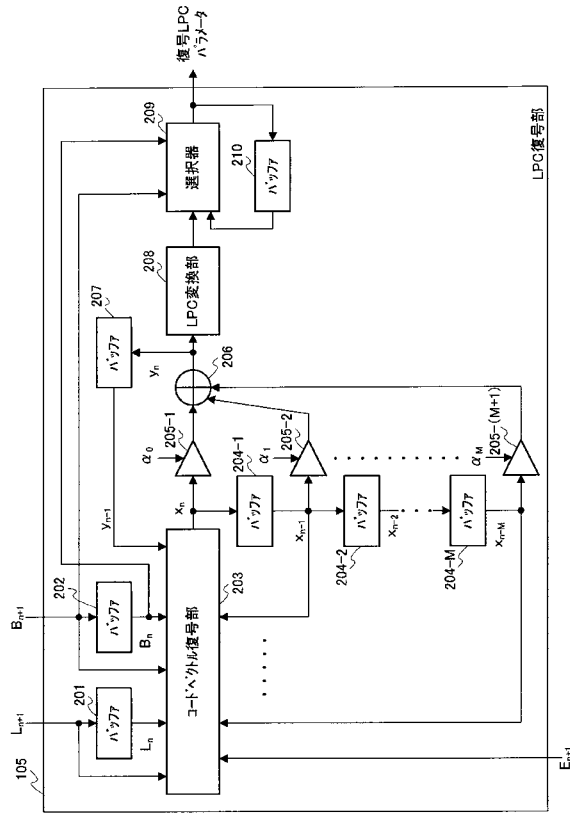
【図 4】



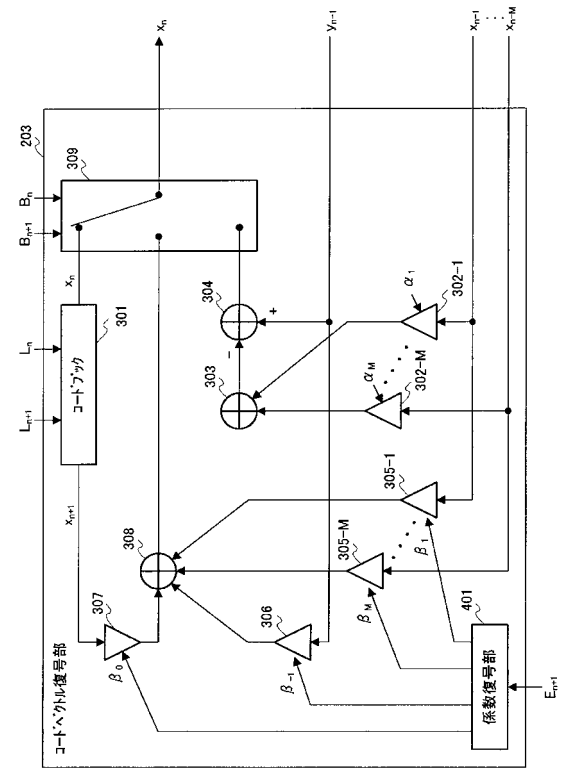
【図 8】



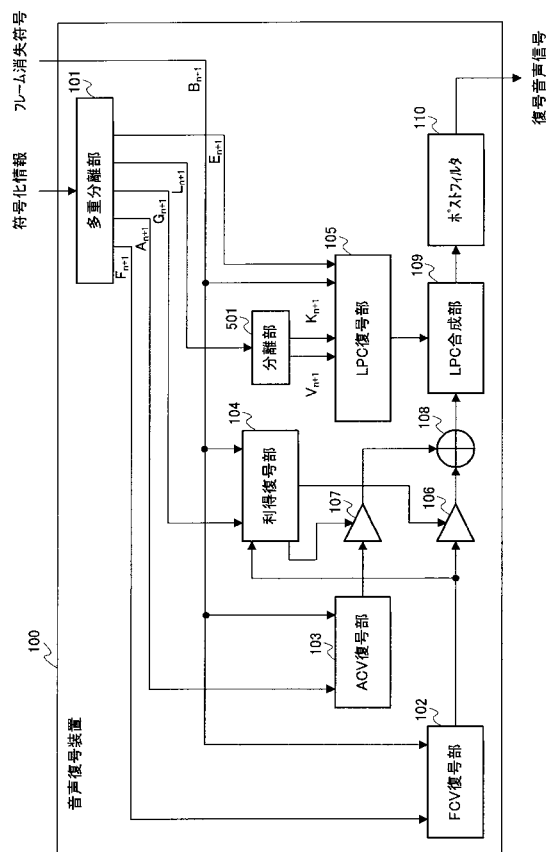
【図 9】



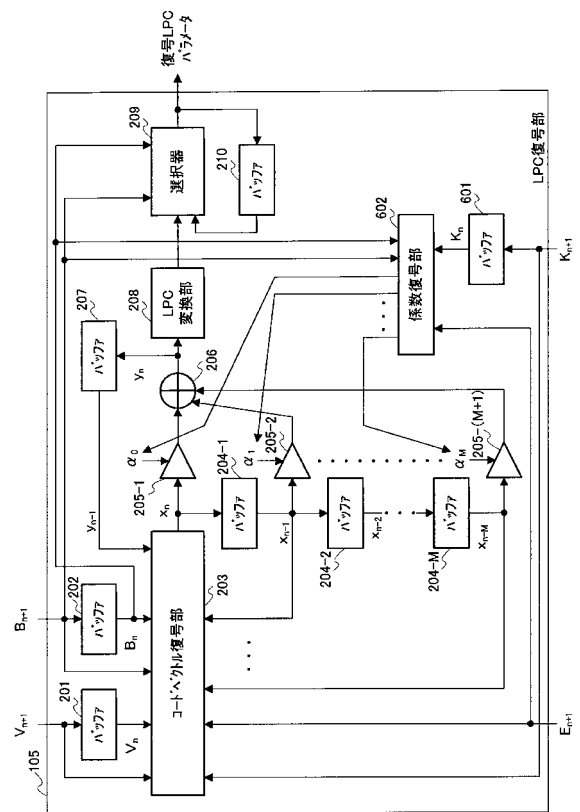
【図 10】



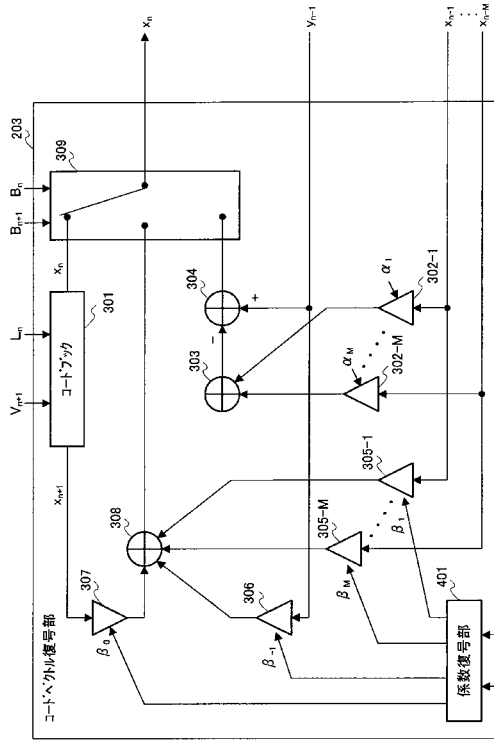
【図 11】



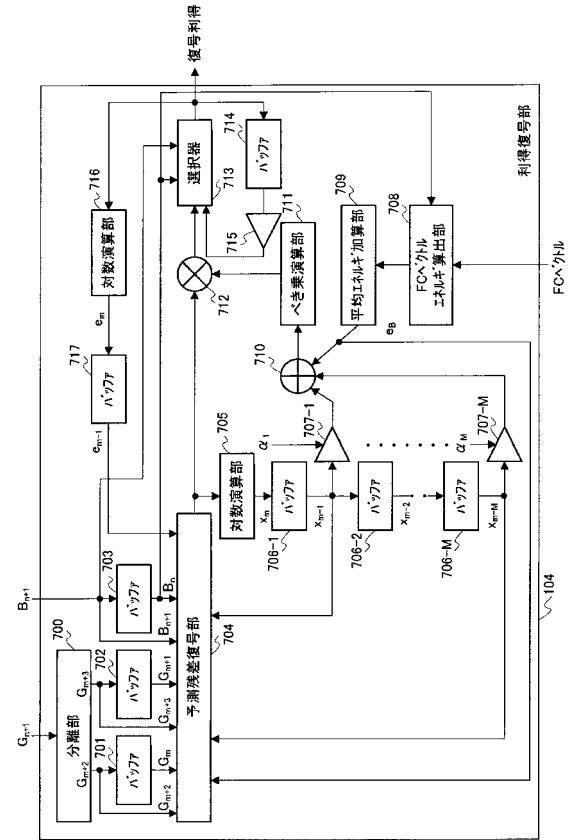
【図 12】



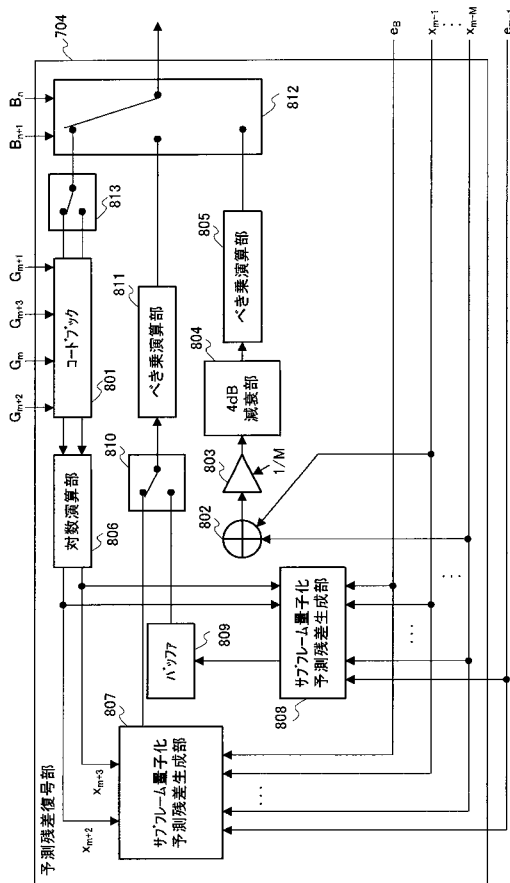
【図 13】



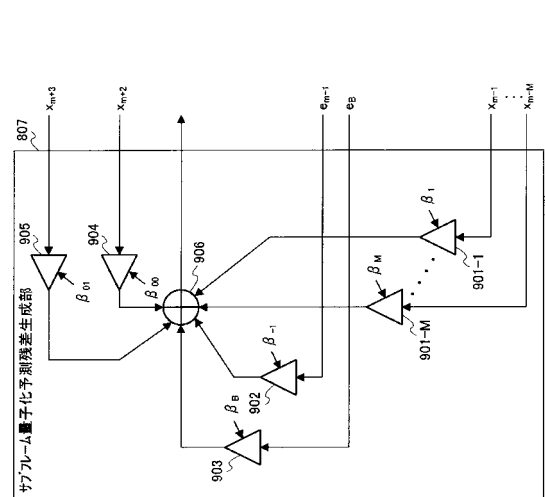
【図 14】



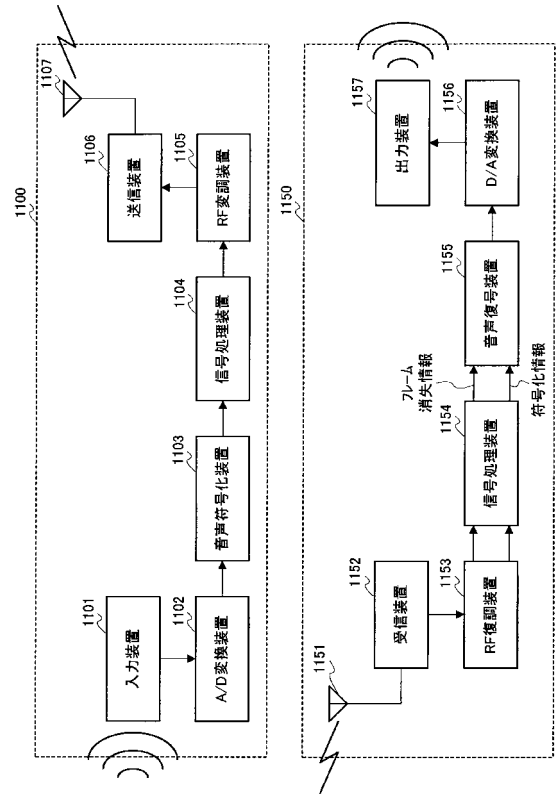
【図 15】



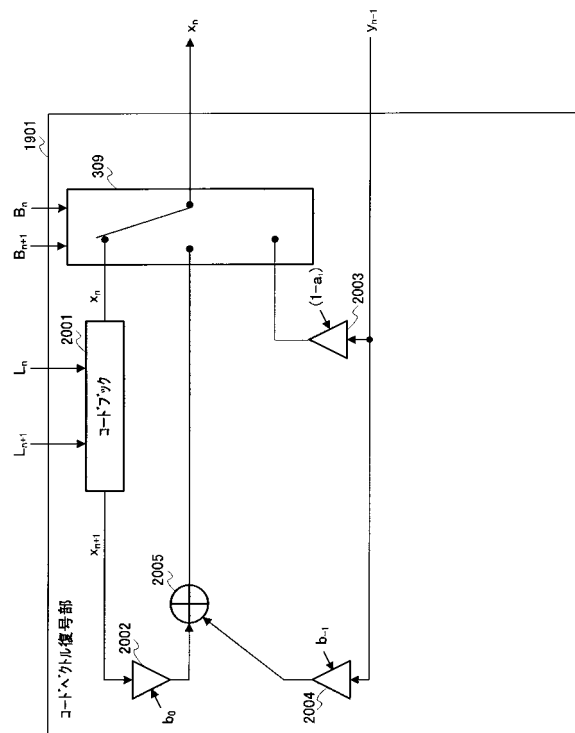
【図 16】



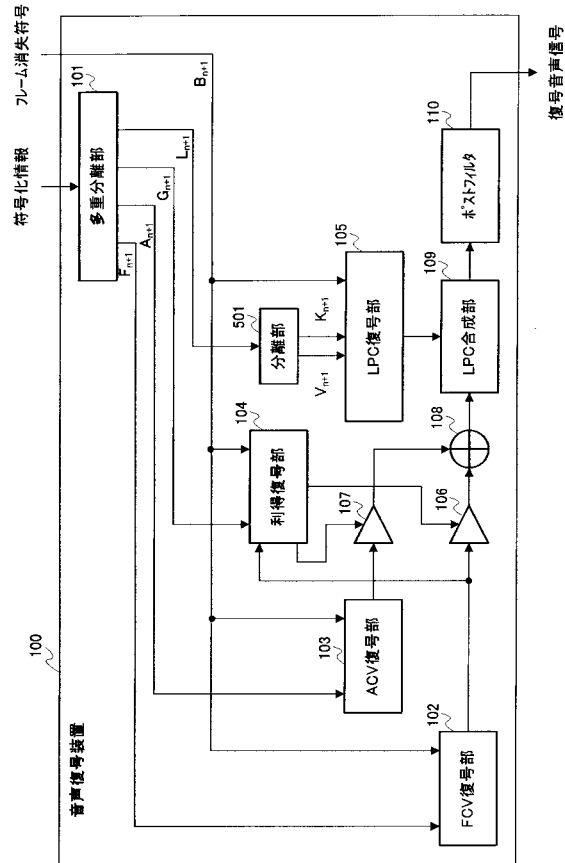
【図 18】



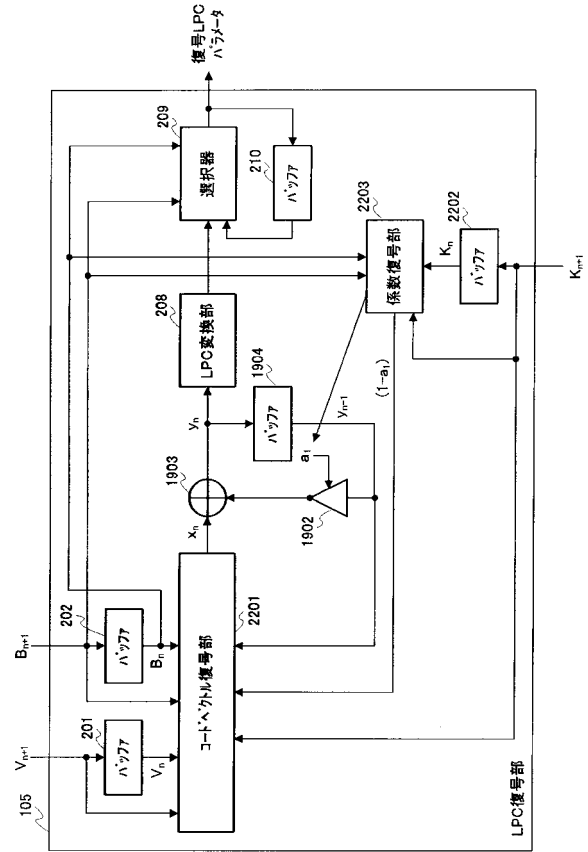
【図 20】



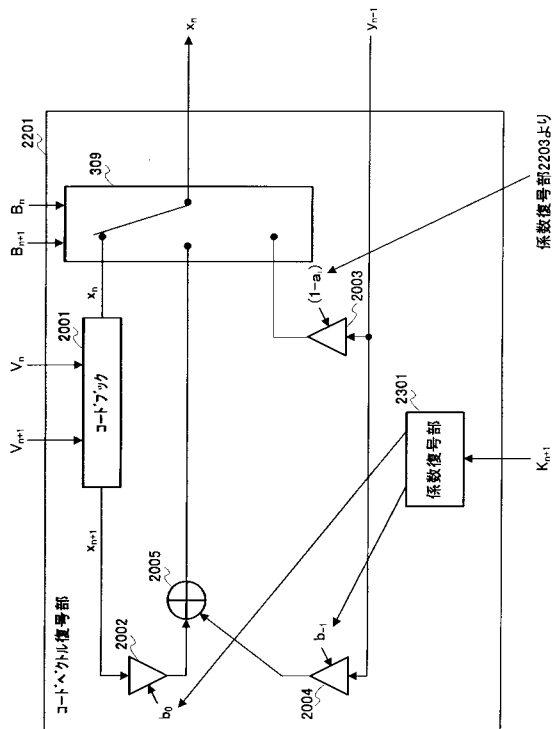
【図 2 1】



【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】

