

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5337235号
(P5337235)

(45) 発行日 平成25年11月6日(2013.11.6)

(24) 登録日 平成25年8月9日(2013.8.9)

(51) Int.Cl.		F I	
G 1 0 L	19/00	(2013.01)	G 1 0 L 19/00 2 2 O F
G 1 0 L	19/20	(2013.01)	G 1 0 L 19/00 3 3 O B
G 1 0 L	19/06	(2013.01)	G 1 0 L 19/06 B
G 1 0 L	19/16	(2013.01)	G 1 0 L 19/14 4 0 O Z

請求項の数 47 (全 68 頁)

(21) 出願番号	特願2011-503797 (P2011-503797)	(73) 特許権者	000004226
(86) (22) 出願日	平成22年3月5日(2010.3.5)		日本電信電話株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/053676		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(87) 国際公開番号	W02010/104011	(74) 代理人	100121706
(87) 国際公開日	平成22年9月16日(2010.9.16)		弁理士 中尾 直樹
審査請求日	平成23年8月2日(2011.8.2)	(74) 代理人	100128705
(31) 優先権主張番号	特願2009-56017 (P2009-56017)		弁理士 中村 幸雄
(32) 優先日	平成21年3月10日(2009.3.10)	(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二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	原田 登
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 符号化方法、復号方法、符号化装置、復号装置、プログラム及び記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

(A) 時系列信号を予測分析し、整数表現された予測残差を生成するステップと、
 (B) 前記予測残差の大きさに対応する整数の分離パラメータを或る時間区間ごとに設定するステップと、
 (C) 前記分離パラメータに対応する補助情報を可変長符号化するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、前記時系列信号の予測効果を表す指標に応じた情報を判定する判断基準を使って補助情報符号表を選択するステップと、
 を有する符号化方法。

【請求項2】

請求項1の符号化方法であって、
 前記予測残差は、前記判断基準を使って選択された予測分析方式によって前記時系列信号が予測分析されて得られたものであり、
 前記ステップ(C)は、前記判断基準を使って選択された前記予測分析方式の種別によって異なる補助情報符号表を選択するステップを含む、符号化方法。

【請求項3】

請求項2の符号化方法であって、
 前記選択された予測分析方式は、短期予測分析及び長期予測分析の両方を行う予測分析方式と短期予測分析のみを行う予測分析方式とから選択されたものである、符号化方法。

【請求項4】

10

20

(A) 選択された予測分析方式によって時系列信号を予測分析し、整数表現された予測残差を生成するステップと、

(B) 前記予測残差の大きさに対応する整数の分離パラメータを或る時間区間ごとに設定するステップと、

(C) 前記分離パラメータに対応する補助情報を可変長符号化するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、選択された前記予測分析方式の種別によって異なる補助情報符号表を選択するステップと、

を有する符号化方法。

【請求項 5】

(A) 短期予測分析及び長期予測分析の両方を行う予測分析方式と短期予測分析のみを行う予測分析方式とから選択された予測分析方式によって時系列信号を予測分析し、整数表現された予測残差を生成するステップと、

(B) 前記予測残差の大きさに対応する整数の分離パラメータを或る時間区間ごとに設定するステップと、

(C) 前記分離パラメータに対応する補助情報を可変長符号化するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、選択された前記予測分析方式の種別によって異なる補助情報符号表を選択するステップと、

を有する符号化方法。

【請求項 6】

(A) 時系列信号を予測分析し、整数表現された予測残差を生成するステップと、

(B) 前記予測残差の大きさに対応する整数の分離パラメータを或る時間区間ごとに設定するステップと、

(C) 前記分離パラメータに対応する補助情報を可変長符号化するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、前記予測残差のエネルギーに対する前記時系列信号のエネルギーの比である予測利得又は当該予測利得を推定する情報の何れかに応じた情報を判定する判断基準を使って補助情報符号表を選択するステップと、

を有する符号化方法。

【請求項 7】

請求項 6 の符号化方法であって、

前記予測利得又は当該予測利得を推定する情報の何れかに応じた情報は、前記時系列信号を予測分析して得られた予測フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を含み、

前記ステップ(C)は、前記時系列信号を予測分析して得られた予測フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を判定する判断基準を使って、補助情報符号表を選択するステップを含む、

ことを特徴とする符号化方法。

【請求項 8】

請求項 6 の符号化方法であって、

前記予測残差は、前記判断基準を使って選択された予測分析方式によって前記時系列信号が予測分析されて得られたものであり、

前記ステップ(C)は、前記判断基準を使って選択された前記予測分析方式の種別によって異なる補助情報符号表を選択するステップを含む、

ことを特徴とする符号化方法。

【請求項 9】

請求項 8 の符号化方法であって、

前記選択された予測分析方式は、短期予測分析及び長期予測分析の両方を行う予測分析方式と短期予測分析のみを行う予測分析方式とから選択されたものである、符号化方法。

【請求項 10】

請求項 6 から 9 の何れか一つの符号化方法であって、

前記補助情報符号表は、補助情報と当該補助情報に割り当てられる符号とを対応付けた符号表であり、

10

20

30

40

50

前記予測利得が第1値である場合に前記ステップ(C)で選択される前記補助情報符号表を第1補助情報符号表とし、前記予測利得が前記1値よりも大きな第2値である場合に前記ステップ(C)で選択される前記補助情報符号表を第2補助情報符号表とした場合、

前記第1補助情報符号表において最も符号長の短い符号に対応付けられている補助情報に対応する分離パラメータの振幅が、前記第2補助情報符号表において最も符号長の短い符号に対応付けられている補助情報に対応する分離パラメータの振幅以下となる、

ことを特徴とする符号化方法。

【請求項11】

請求項6から9の何れか一つの符号化方法であって、

前記補助情報は、さらに、前記予測残差又は前記予測残差の大きさの単調増加関数値に相当する0以上の整数を被除数とし、当該予測残差が属する前記時間区間に対して設定された前記分離パラメータ又は前記分離パラメータの写像値に相当する整数を法数とした除算によって得られる整数の商を可変長符号化するための符号表である商符号表を特定する商符号表インデックスに対応し、

前記補助情報符号表は、補助情報と当該補助情報に割り当てられる符号とを対応付けた符号表であり、

前記予測利得が第1値である場合に前記ステップ(C)で選択される前記補助情報符号表を第1補助情報符号表とし、前記予測利得が前記1値よりも大きな第2値である場合に前記ステップ(C)で選択される前記補助情報符号表を第2補助情報符号表とした場合、

前記第2補助情報符号表において最も符号長の短い符号に対応付けられている補助情報に対応する商符号表は、前記第1補助情報符号表において最も符号長の短い符号に対応付けられている補助情報に対応する商符号表よりも、アルファ符号化を行うためのアルファ符号表に近い、符号化方法。

【請求項12】

請求項11の符号化方法であって、

前記アルファ符号表及び前記商符号表は、それぞれ、商と当該商に割り当てられる符号とを対応付けた符号表であり、

アルファ符号表で商 k に対応付けられている符号のビット長を $bu(k)$ とし、或る商符号表で商 k に対応付けられている符号のビット長を $bx(k)$ とし、 $fu(k)=0.5^{bu(k)}$ とし、 $fx(k)=0.5^{bx(k)}$ とした場合における、 $(bu(k)-bx(k))(fu(k)-fx(k))$ の各 k についての総和が小さいほど、当該商符号表はアルファ符号表に近い、符号化方法。

【請求項13】

請求項11の符号化方法であって、

前記商符号表の集合から、前記予測利得又は当該予測利得を推定する情報の何れかに応じた情報を判定する第2判断基準を使って商符号表を選択するステップをさらに有し、

前記補助情報は、選択された前記商符号表を特定する商符号表インデックスに対応する、符号化方法。

【請求項14】

請求項1から9の何れか一つの符号化方法であって、

前記補助情報は、複数の前記時間区間に対してそれぞれ設定された前記分離パラメータそれぞれの少なくとも一部のビットを統合した情報に対応する、符号化方法。

【請求項15】

請求項11の符号化方法であって、

前記商符号表は、前記時間区間ごとに選択され、

前記補助情報は、複数の前記時間区間に対してそれぞれ選択された前記商符号表を特定する商符号表インデックスそれぞれの少なくとも一部のビットを統合した情報に対応する、符号化方法。

【請求項16】

(A) 時系列信号を予測分析し、整数表現された予測残差を生成するステップと、

(B) 前記予測残差の大きさに対応する整数の分離パラメータを或る時間区間ごとに設定

10

20

30

40

50

するステップと、

(C) 前記予測残差又は前記予測残差の大きさの単調増加関数値に相当する0以上の整数を被除数とし、当該予測残差が属する前記時間区間に対して設定された前記分離パラメータ又は前記分離パラメータの写像値に相当する整数を法数とした除算によって得られる整数の商を可変長符号化するための符号表である商符号表を特定する商符号表インデックスに対応する補助情報を可変長符号化するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、前記時系列信号の予測効果を表す指標に応じた情報を判定する判断基準を使って補助情報符号表を選択するステップと、

を有する符号化方法。

【請求項17】

請求項1、4、5、6又は16の何れか一つの符号化方法であって、

前記予測残差又は前記予測残差の大きさの単調増加関数値に相当する0以上の整数を被除数とし、当該予測残差が属する前記時間区間に対して設定された前記分離パラメータ又は前記分離パラメータの写像値に相当する整数を法数とした除算によって得られる整数の商を特定する第1情報と、前記被除数の前記法数に関する剰余を特定する第2情報とを含む情報を、前記予測残差に対応する符号とするステップをさらに有する、符号化方法。

【請求項18】

(A) 時系列信号を予測残差から予測合成する予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数に対応する符号を復号し、予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を生成するステップと、

(B) 時間区間ごとの前記予測残差に対応する整数の分離パラメータに対応する補助情報に対応する符号を復号するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、前記時系列信号の予測効果を表す指標に応じた情報を判定する判断基準を使って選択された補助情報符号表を選択するステップと、

を有する復号方法。

【請求項19】

請求項18の復号方法であって、

前記予測残差は、前記判断基準を使って選択された予測合成方式によって前記時系列信号を予測合成するためのものであり、

前記ステップ(B)は、前記判断基準を使って選択された前記予測合成方式の種別によって異なる補助情報符号表を選択する、復号方法。

【請求項20】

請求項19の復号方法であって、

前記選択された予測合成方式は、短期予測合成及び長期予測合成の両方を行う予測合成方式と短期予測合成のみを行う予測合成とから選択されたものである、復号方法。

【請求項21】

(A) 選択された予測合成方式によって時系列信号を予測残差から予測合成する予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数に対応する符号を復号し、予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を生成するステップと、

(B) 時間区間ごとの前記予測残差に対応する整数の分離パラメータに対応する補助情報に対応する符号を復号するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、選択された前記予測合成方式の種別によって異なる補助情報符号表を選択するステップと、

を有する復号方法。

【請求項22】

(A) 短期予測合成及び長期予測合成の両方を行う予測合成方式と短期予測合成のみを行う予測合成方式とから選択された予測合成方式によって時系列信号を予測残差から予測合成する予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数に対応する符号を復号し、予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を生成するステップと、

(B) 時間区間ごとの前記予測残差に対応する整数の分離パラメータに対応する補助情報に対応する符号を復号するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、選択され

10

20

30

40

50

た前記予測合成方式の種別によって異なる補助情報符号表を選択するステップと、
を有する復号方法。

【請求項 2 3】

(A) 時系列信号を予測残差から予測合成する予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数に対応する符号を復号し、予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を生成するステップと、

(B) 前記予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を用い、時間区間ごとの前記予測残差に対応する整数の分離パラメータに対応する補助情報に対応する符号を復号するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、前記予測残差のエネルギーに対する前記時系列信号のエネルギーの比である予測利得又は当該予測利得を推定する情報の何れかに応じた情報を判定する判断基準を使って補助情報符号表を選択するステップと、

10

を有する復号方法。

【請求項 2 4】

請求項 2 3 の復号方法であって、

前記予測利得又は当該予測利得を推定する情報の何れかに応じた情報は、前記時系列信号を予測残差から予測合成する予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を含み、

前記ステップ(B)は、前記予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を判定する判断基準を使って、補助情報符号表を選択するステップを含む、復号方法。

20

【請求項 2 5】

請求項 2 3 の復号方法であって、

前記ステップ(B)は、前記予測合成の種別によって異なる補助情報符号表を選択するステップを含む、復号方法。

【請求項 2 6】

請求項 2 5 の復号方法であって、

前記予測合成は、短期予測合成及び長期予測合成の両方を行う予測合成、又は、短期予測合成のみを行う予測合成の何れかである、復号方法。

【請求項 2 7】

請求項 2 3 から 2 6 の何れか一つの復号方法であって、

前記補助情報符号表は、補助情報と当該補助情報に割り当てられる符号とを対応付けた符号表であり、

30

前記予測利得が第 1 値である場合に前記ステップ(B)で選択される前記補助情報符号表を第 1 補助情報符号表とし、前記予測利得が前記 1 値よりも大きな第 2 値である場合に前記ステップ(B)で選択される前記補助情報符号表を第 2 補助情報符号表とした場合、

前記第 1 補助情報符号表において最も符号長の短い符号に対応付けられている補助情報に対応する分離パラメータの振幅が、前記第 2 補助情報符号表において最も符号長の短い符号に対応付けられている補助情報に対応する分離パラメータの振幅以下となる、復号方法。

【請求項 2 8】

40

請求項 2 3 から 2 6 の何れか一つの復号方法であって、

前記補助情報は、さらに、前記予測残差又は前記予測残差の大きさの単調増加関数値に相当する 0 以上の整数を被除数とし、当該予測残差が属する前記時間区間に対して設定された前記分離パラメータ又は前記分離パラメータの写像値に相当する整数を法数とした除算によって得られる整数の商を可変長復号によって得るための符号表である商符号表を特定する商符号表インデックスに対応し、

前記補助情報符号表は、補助情報と当該補助情報に割り当てられる符号とを対応付けた符号表であり、

前記予測利得が第 1 値である場合に前記ステップ(B)で選択される前記補助情報符号表を第 1 補助情報符号表とし、前記予測利得が前記 1 値よりも大きな第 2 値である場合に前

50

記ステップ(B)で選択される前記補助情報符号表を第2補助情報符号表とした場合、

前記第2補助情報符号表において最も符号長の短い符号に対応付けられている補助情報に対応する商符号表は、前記第1補助情報符号表において最も符号長の短い符号に対応付けられている補助情報に対応する商符号表よりも、アルファ復号を行うためのアルファ符号表に近い、

ことを特徴とする復号方法。

【請求項29】

請求項28の復号方法であって、

前記アルファ符号表及び前記商符号表は、それぞれ、商と当該商に割り当てられる符号とを対応付けた符号表であり、

アルファ符号表で商 k に対応付けられている符号のビット長を $bu(k)$ とし、或る商符号表で商 k に対応付けられている符号のビット長を $bx(k)$ とし、 $fu(k)=0.5^{bu(k)}$ とし、 $fx(k)=0.5^{bx(k)}$ とした場合における、 $(bu(k)-bx(k))(fu(k)-fx(k))$ の各 k についての総和が小さいほど、当該商符号表はアルファ符号表に近い、

ことを特徴とする復号方法。

【請求項30】

請求項28の復号方法であって、

前記商符号表の集合から、前記予測利得又は当該予測利得を推定する情報の何れかに応じた情報を判定する第2判断基準を使って選択された商符号表を選択するステップをさらに有し、

前記補助情報は、選択された前記商符号表を特定する商符号表インデックスに対応する、復号方法。

【請求項31】

請求項18から26の何れか一つの復号方法であって、

前記補助情報は、複数の前記時間区間に対してそれぞれ設定された前記分離パラメータそれぞれの少なくとも一部のビットを統合した情報に対応する、復号方法。

【請求項32】

請求項28の復号方法であって、

前記商符号表は、前記時間区間ごとに選択され、

前記補助情報は、複数の前記時間区間に対してそれぞれ選択された前記商符号表を特定する商符号表インデックスそれぞれの少なくとも一部のビットを統合した情報に対応する、復号方法。

【請求項33】

(A) 時系列信号を予測残差から予測合成する予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数に対応する符号を復号し、予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を生成するステップと、

(B) 前記予測残差又は前記予測残差の大きさの単調増加関数値に相当する0以上の整数を被除数とし、当該予測残差が属する時間区間に対して設定された分離パラメータ又は前記分離パラメータの写像値に相当する整数を法数とした除算によって得られる整数の商を可変長復号によって得るための符号表である商符号表を特定する商符号表インデックスに対応する補助情報に対応する符号を復号するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、前記時系列信号の予測効果を表す指標に応じた情報を判定する判断基準を使って選択された補助情報符号表を選択するステップと、

を有する復号方法。

【請求項34】

時系列信号を予測分析し、整数表現された予測残差を生成する予測符号化部と、

前記予測残差の大きさに対応する整数の分離パラメータを或る時間区間ごとに設定する分離パラメータ設定部と、

前記分離パラメータに対応する補助情報を可変長符号化するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、前記時系列信号の予測効果を表す指標に応じた情報を判定する

10

20

30

40

50

判断基準を使って補助情報符号表を選択する補助情報符号表選択部と、
を有する符号化装置。

【請求項 35】

選択された予測分析方式によって時系列信号を予測分析し、整数表現された予測残差を生成する予測符号化部と、

前記予測残差の大きさに対応する整数の分離パラメータを或る時間区間ごとに設定する分離パラメータ設定部と、

前記分離パラメータに対応する補助情報を可変長符号化するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、選択された前記予測分析方式の種別によって異なる補助情報符号表を選択する補助情報符号表選択部と、

を有する符号化装置。

10

【請求項 36】

短期予測分析及び長期予測分析の両方を行う予測分析方式と短期予測分析のみを行う予測分析方式とから選択された予測分析方式によって時系列信号を予測分析し、整数表現された予測残差を生成する予測符号化部と、

前記予測残差の大きさに対応する整数の分離パラメータを或る時間区間ごとに設定する分離パラメータ設定部と、

前記分離パラメータに対応する補助情報を可変長符号化するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、選択された前記予測分析方式の種別によって異なる補助情報符号表を選択する補助情報符号表選択部と、

を有する符号化装置。

20

【請求項 37】

時系列信号を予測分析した結果を用い、整数表現された予測残差を生成する予測符号化部と、

前記予測残差の振幅に依存する整数の分離パラメータを或る時間区間ごとに設定する分離パラメータ設定部と、

前記分離パラメータに対応する補助情報を可変長符号化するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、前記予測残差のエネルギーに対する前記時系列信号のエネルギーの比である予測利得又は当該予測利得を推定する情報の何れかに応じた情報を判定する判断基準を使って補助情報符号表を選択する補助情報符号表選択部と、

を有する符号化装置。

30

【請求項 38】

時系列信号を予測分析し、整数表現された予測残差を生成する予測符号化部と、

前記予測残差の大きさに対応する整数の分離パラメータを或る時間区間ごとに設定する分離パラメータ設定部と、

前記予測残差又は前記予測残差の大きさの単調増加関数値に相当する0以上の整数を被除数とし、当該予測残差が属する前記時間区間に対して設定された前記分離パラメータ又は前記分離パラメータの写像値に相当する整数を法数とした除算によって得られる整数の商を可変長符号化するための符号表である商符号表を特定する商符号表インデックスに対応する補助情報を可変長符号化するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、前記時系列信号の予測効果を表す指標に応じた情報を判定する判断基準を使って補助情報符号表を選択する補助情報符号表選択部と、

を有する符号化装置。

40

【請求項 39】

時系列信号を予測残差から予測合成する予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数に対応する符号を復号し、予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を生成する係数復号部と、

時間区間ごとの前記予測残差に対応する整数の分離パラメータに対応する補助情報に対応する符号を復号するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、前記時系列信号の予測効果を表す指標に応じた情報を判定する判断基準を使って選択された補助情報符

50

号表を選択する補助情報符号表選択部と、
を有する復号装置。

【請求項 4 0】

選択された予測合成方式によって時系列信号を予測残差から予測合成する予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数に対応する符号を復号し、予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を生成する係数復号部と、

時間区間ごとの前記予測残差に対応する整数の分離パラメータに対応する補助情報に対応する符号を復号するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、選択された前記予測合成方式の種別によって異なる補助情報符号表を選択する補助情報符号表選択部と、

を有する復号装置。

【請求項 4 1】

短期予測合成及び長期予測合成の両方を行う予測合成方式と短期予測合成のみを行う予測合成方式とから選択された予測合成方式によって時系列信号を予測残差から予測合成する予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数に対応する符号を復号し、予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を生成する係数復号部と、

時間区間ごとの前記予測残差に対応する整数の分離パラメータに対応する補助情報に対応する符号を復号するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、選択された前記予測合成方式の種別によって異なる補助情報符号表を選択する補助情報符号表選択部と、

を有する復号装置。

【請求項 4 2】

時系列信号を予測残差から予測合成する予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数に対応する符号を復号し、予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を生成する係数復号部と、

前記予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を用い、時間区間ごとの前記予測残差に対応する整数の分離パラメータに対応する補助情報に対応する符号を復号するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、前記予測残差のエネルギーに対する前記時系列信号のエネルギーの比である予測利得又は当該予測利得を推定する情報の何れかに応じた情報を判定する判断基準を使って補助情報符号表を選択する補助情報符号表選択部と、

を有する復号装置。

【請求項 4 3】

時系列信号を予測残差から予測合成する予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数に対応する符号を復号し、予測合成フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を生成する係数復号部と、

前記予測残差又は前記予測残差の大きさの単調増加関数値に相当する 0 以上の整数を被除数とし、当該予測残差が属する時間区間に対して設定された分離パラメータ又は前記分離パラメータの写像値に相当する整数を法数とした除算によって得られる整数の商を可変長復号によって得るための符号表である商符号表を特定する商符号表インデックスに対応する補助情報に対応する符号を復号するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、前記時系列信号の予測効果を表す指標に応じた情報を判定する判断基準を使って選択された補助情報符号表を選択する補助情報符号表選択部と、

を有する復号装置。

【請求項 4 4】

請求項 1、4、5、6 又は 16 の何れか一つの符号化方法の処理をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項 4 5】

請求項 18、21、22、23 又は 33 の何れか一つの復号方法の処理をコンピュータに実行させるためのプログラム。

10

20

30

40

50

【請求項 4 6】

請求項 1、4、5、6 又は 16 の何れか一つの符号化方法の処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 4 7】

請求項 18、21、22、23 又は 33 の何れか一つの復号方法の処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを格納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、時系列信号を予測分析して符号化する技術に関し、特に、予測残差の符号化方法、復号方法、符号化装置、復号装置、プログラム及び記録媒体に関する。 10

【背景技術】

【0002】

音響信号や映像情報などの時系列信号を通信路によって伝送したり、情報記録媒体に記録する場合、時系列信号を圧縮符号に変換してから伝送したり記録する方法が、伝送効率や記録効率の点で有効である。また、近年のブロードバンドの普及や記憶装置の容量増加に伴い、圧縮率の高さを優先する非可逆圧縮符号化方式よりも原信号の完全再生を条件とした可逆圧縮符号化方式が重視されつつある（例えば、非特許文献 1 参照）。そのような中、線形予測分析（「短期予測分析」とも呼ぶ）や長期予測分析等の要素技術を用いて音響信号を可逆圧縮符号化する技術が MPEG (Moving Picture Expert Group) の国際標準規格「MPEG-4 ALS」として承認されている（例えば、非特許文献 2 参照）。 20

【0003】

図 1 は、従来における可逆圧縮符号化方式の符号化装置 2100 の機能構成を説明するためのブロック図である。図 2 は、図 1 に示す残差符号化部 2120 の機能構成を説明するためのブロック図である。また、図 3 は、従来における可逆圧縮符号化方式の復号装置 2200 の機能構成を説明するためのブロック図である。図 4 は、図 3 に示す残差復号部 2220 の機能構成を説明するためのブロック図である。まず、これらの図を用いて従来の可逆圧縮符号化方式を説明する。

【0004】

< 符号化方法 >

符号化装置 2100 のフレームバッファ 2111 には、標本化・量子化された PCM (pulse code modulation) 形式の時系列信号 $x(n)$ (n は離散時間を示すインデックス) が入力される。フレームバッファ 2111 は、予め定められた時間区間（以下、「フレーム」と呼ぶ）分の時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) (N は正の整数) をバッファする。バッファされた 1 フレーム分の時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) は予測符号化部 2110 の線形予測分析部 2112 に送られ、線形予測分析部 2112 は、線形予測分析によって 1 次から M 次までの PARCOR 係数 $k(m)$ ($m=1, 2, \dots, M$) を算出する。 30

【0005】

線形予測分析では、ある時点 n の時系列信号 $x(n)$ と、その時点 n よりも過去の M 個 (M を「予測次数」と呼ぶ) の時点 $n-1, n-2, \dots, n-M$ の時系列信号 $x(n-1), x(n-2), \dots, x(n-M)$ をそれぞれ係数 (m) ($m=1, \dots, M$) (「線形予測係数」と呼ぶ) で重み付けしたものと、予測残差 $e(n)$ (「予測誤差」と呼ぶ場合もある) と間に線形 1 次結合が成り立つと仮定する。この仮定に基づいた線形予測モデルは以下の式 (1) のようになる。線形予測分析では、入力された 1 フレーム分の時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) に対し、1 フレーム分の予測残差 $e(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) のエネルギーを最小化する線形予測係数 (m) ($m=1, \dots, M$) 又はそれに変換可能な PARCOR 係数 $k(m)$ ($m=1, \dots, M$) などの係数を算出する。 40

【0006】

$$e(n) = x(n) + (1) \cdot x(n-1) + (2) \cdot x(n-2) + \dots + (M) \cdot x(n-M) \quad \dots (1)$$

線形予測分析の具体例としては、レビンソン・ダービン (Levinson-Durbin) 法やバーグ (Burg) 法などの逐次的方法や、自己相関法や共分散法のように予測次数ごとに連立方 50

程式（予測残差を最小にする線形予測係数を解とする連立方程式）を解く方法などがある。

【 0 0 0 7 】

また、ある時点nの時系列信号y(n)を、その時点nよりも過去のM個の時点n-1,n-2,...,n-Mの時系列信号x(n-1),x(n-2),...,x(n-M)を用いて推定する下式の線形FIR(Finite Impulse Response)フィルタを「線形予測フィルタ」と呼ぶ。

【 0 0 0 8 】

$$y(n) = -\{ (1) \cdot x(n-1) + (2) \cdot x(n-2) + \dots + (M) \cdot x(n-M) \} \dots (2)$$

算出されたPARCOR係数k(m) (m=1,...,M)は、量子化部 2 1 1 3 に送られる。量子化部 2 1 1 3 は、M個のPARCOR係数k(m) (m=1,...,M)をそれぞれ量子化したM個の量子化PARCOR係数i(m) (m=1,...,M)を生成して出力する。例えばPARCOR係数k(m)から4ビットの量子化PARCOR係数i(m)を生成する場合は、PARCOR係数k(m)の取り得る範囲を16個の範囲に区分してそれぞれの範囲に4ビットの値"0000" ~ "1111"のうちの何れかの値を割り当てておき、入力されたPARCOR係数k(m)が含まれる範囲に割り当てられた4ビットの値を量子化PARCOR係数i(m)として出力する。M個の量子化PARCOR係数i(m) (m=1,...,M)は、係数符号化部 2 1 1 4 に送られ、そこでM個の量子化PARCOR係数i(m) (m=1,...,M)に対応する係数符号C_kを生成する。係数符号化部 2 1 1 4 が行う処理は、例えば、M個の量子化PARCOR係数i(m) (m=1,...,M)それぞれを可変長符号化して得られたM個の符号を合わせたものを係数符号C_kとする処理であってもよいし、M個の量子化PARCOR係数i(m) (m=1,...,M)から構成されるビット列を可変長符号化して得られたものを係数符号C_kとする処理であってもよい。また、M個の量子化PARCOR係数i(m) (m=1,...,M)によるビット列そのものが係数符号C_kとされてもよい。この場合は係数符号化部 2 1 1 4 が省略され、量子化部 2 1 1 3 から係数符号C_kが出力されてもよい。また、量子化PARCOR係数i(m) (m=1,...,M)は、線形予測係数変換部 2 1 1 5 にも送られ、線形予測係数変換部 2 1 1 5 は、これらを用いて線形予測係数 (m) (m=1,2,...,M)を算出する。一般に、線形予測係数変換部 2 1 1 5 は、まずM個の量子化PARCOR係数i(m) (m=1,...,M)それぞれを逆量子化してM個のPARCOR係数k'(m) (m=1,...,M)を求め、次にM個のPARCOR係数k'(m) (m=1,...,M)からM個の線形予測係数 (m) (m=1,...,M)を求める。ここで量子化PARCOR係数i(m)を逆量子化する処理は、量子化PARCOR係数i(m)に対応するPARCOR係数k(m)の範囲のうちの予め定めた何れかの値k'(m)を求める処理である。例えば、 1 k(m) < 2 のPARCOR係数k(m)を量子化した値が量子化PARCOR係数i(m)である場合、量子化PARCOR係数i(m)を逆量子化したPARCOR係数k'(m)の例は 1 と 2 の平均値である。

【 0 0 0 9 】

線形予測部 2 0 1 6 は、1フレーム分の時系列信号x(n) (n=0,...,N-1)と各線形予測係数 (m) (m=1,...,M)とを用い、線形予測フィルタによって線形予測値y(n) (n=0,...,N-1)を生成する。減算部 2 1 1 7 は、時系列信号x(n)から線形予測値y(n)を減算した予測残差e(n)を算出する（予測フィルタ処理）。

【 0 0 1 0 】

算出された予測残差e(n)は所定の範囲の整数で表現された値である。例えば、入力された時系列信号x(n)が有限ビット数の整数形式で表現され、小数点以下を四捨五入するなどして整数化された線形予測係数をフィルタ係数とする線形予測フィルタの出力値を線形予測値y(n)とする場合には、時系列信号x(n)から線形予測値y(n)を減算した値を予測残差e(n)とすることで、有限ビット数の整数形式で表現された（所定の範囲の整数で表現された）予測残差e(n)が得られる。また、時系列信号x(n)や線形予測値y(n)が整数形式で表現されたものでない場合には、時系列信号x(n)から線形予測値y(n)を減算した値を有限ビット数の整数形式で表現したものを予測残差e(n)としてもよい。残差符号化部 2 1 2 0 は、当該整数表現された予測残差e(n)をゴロムライス (Golomb-Rice) 符号化する。ゴロムライス符号化では、例えば、まず、ライスパラメータ計算部 2 1 2 1 が、入力された1フレーム分の予測残差e(n) (n=0,...,N-1)を用い、整数であるライスパラメータsを生成する。ライスパラメータsは、例えば、1フレーム分の予測残差e(n) (n=0,...,N-1)に対応する

10

20

30

40

50

符号の総符号量を最小化する値である。すなわち、ライスパラメータ s の値は入力された予測残差 $e(n)$ の大きさに対応する。ライスパラメータ s は、フレームごとに生成されてもよいし、フレームがさらに複数に分割された各時間区間であるサブフレームごとに生成されてもよい。

【 0 0 1 1 】

次に、ゴロムライス符号化部 2 1 2 2 の分離演算部 2 1 2 2 a に予測残差 $e(n)$ とライスパラメータ s とが入力される。分離演算部 2 1 2 2 a は、これらを用いた所定の除算によって、整数の商 $q(n)$ とその剰余を特定する情報 $sub(n)$ とを算出する。この除算は、基本的には予測残差 $e(n)$ を法数 2^s で割る演算である。しかし、正負が存在する予測残差 $e(n)$ を区別して取り扱う必要性や符号長削減等の観点から、単なる予測残差 $e(n)$ を法数 2^s で割る演算から多少の変更が加えられる場合もある。なお、法数が 2 のべき乗であり、被除数が 2 進数表現された整数である場合、割り算は被除数の下位ビットを削る処理となり、商は被除数の上位ビットとなり、剰余は下位ビットとなる。

10

【 0 0 1 2 】

次に、アルファ符号化部 2 1 2 2 b が、この商 $q(n)$ をアルファ符号（「一進法符号(単進符号, unary)」と呼ぶ場合もある）化（可変長符号化）し、情報 $prefix(n)$ （可変長符号）を生成する。生成された情報 $prefix(n)$ と情報 $sub(n)$ とは合成部 2 1 2 2 c に入力される。合成部 2 1 2 2 c は、それらのビット結合値 $prefix(n)|sub(n)$ を各離散時間 n の予測残差 $e(n)$ に対応する残差符号 C_e として出力する。また、残差符号化部 2 1 2 0 は、この残差符号 C_e とともにライスパラメータ s を特定するための補助符号 C_s を出力する。すなわち、フレームごとにライスパラメータ s が生成された場合には、サブフレーム分割を行わないことを示す情報と、ライスパラメータ s そのものが補助符号 C_s として出力される。また、サブフレームごとにライスパラメータ s が生成された場合には、先頭のサブフレームに対して生成されたライスパラメータ s と、隣接するサブフレームに対してそれぞれ生成されたライスパラメータ s 間の差分をゴロムライス符号化した差分符号 C_d と、サブフレームごとにライスパラメータ s が生成されたことを示すフラグ情報とが補助符号 C_s として出力される。

20

【 0 0 1 3 】

予測符号化部 2 1 1 0 で生成された係数符号 C_k と残差符号化部 2 1 2 0 で生成された残差符号 C_e 及び補助符号 C_s とは合成部 2 1 3 0 に送られ、そこで合成されて符号 C_g が生成される。

30

【 0 0 1 4 】

< 復号方法 >

復号装置 2 2 0 0 に入力された符号 C_g は、分離部 2 2 1 0 で係数符号 C_k と残差符号 C_e と補助符号 C_s とに分離される。係数符号 C_k は予測復号部 2 2 3 0 に入力され、残差符号 C_e 及び補助符号 C_s は残差復号部 2 2 2 0 に入力される。

【 0 0 1 5 】

残差復号部 2 2 2 0 は、入力された補助符号 C_s からライスパラメータ s を得る。例えば、補助符号 C_s が前述のフラグ情報を含む場合には、ライスパラメータ復元部 2 2 2 2 が 2 番目以降のサブフレームのライスパラメータ s を復元することで各サブフレームのライスパラメータ s が得られる。また、例えば、補助符号 C_s が前述のサブフレーム分割を行わないことを示す情報を含む場合には、補助符号 C_s が含むライスパラメータ s がそのフレームのライスパラメータ s である。また、残差復号部 2 2 2 0 のゴロムライス復号部 2 2 2 1 は、入力された残差符号 C_e を情報 $prefix(n)$ と情報 $sub(n)$ とに分離する。分離された情報 $prefix(n)$ は、アルファ復号部 2 2 2 1 c で復号されて商 $q(n)$ が生成される。なお、可変長符号の復号を可変長復号と呼ぶ。そして、合成演算部 2 2 2 1 b に情報 $sub(n)$ と商 $q(n)$ とライスパラメータ s とが入力され、合成演算部 2 2 2 1 b はこれらを用いて予測残差 $e(n)$ を復号する。

40

【 0 0 1 6 】

一方、予測復号部 2 2 3 0 に入力された係数符号 C_k は、係数復号部 2 2 3 1 に送られる

50

。係数復号部 2 2 3 1 は、係数符号 C_k を復号して量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$) を生成し、生成した量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$) を出力する。量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$) は線形予測係数変換部 2 2 3 2 に送られる。線形予測係数変換部 2 2 3 2 は、量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$) を用いて予測次数 M の線形予測フィルタの各線形予測係数 (m) ($m=1, \dots, M$) を算出する。線形予測部 2 2 3 3 は、算出された各線形予測係数 (m) ($m=1, \dots, M$) と過去に加算部 2 2 3 4 から出力された最大 1 フレーム分の時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) とを用い、線形予測フィルタによって線形予測値 $y(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) を生成する。加算部 2 2 3 4 は、線形予測値 $y(n)$ と残差復号部 2 2 2 0 で復号された予測残差 $e(n)$ とを加算して時系列信号 $x(n)$ を生成する (逆予測フィルタ処理)。なお、このように時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) を予測残差 $e(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) から生成する処理を予測合成と呼び、そのためのフィルタを予測合成フィルタと呼ぶ。また、線形予測分析 (短期予測分析) に対応する予測合成を線形予測合成 (短期予測合成) と呼ぶ。線形予測フィルタに対応する合成フィルタは、例えば、

$$x(n)=e(n)-\{ (1) \cdot x(n-1)+ (2) \cdot x(n-2)+\dots+ (M) \cdot x(n-M) \}$$

となる。この例の合成フィルタの係数は $(1), \dots, (M)$ である。

【 0 0 1 7 】

なお、上記では線形予測分析を用いた符号化方法及び復号方法を説明したが、長期予測分析を用いた方法や、短期予測分析と長期予測分析とを組み合わせる方法や、チャネル間相関を用いた予測分析であるマルチチャネル予測分析を組み合わせる方法も存在する。なお、長期予測分析は、時系列信号の振幅特性が基本周期で繰り返される性質を利用した予測分析である。長期予測分析は、ある時点 n の時系列信号 $x(n)$ を、その時点 n よりも $+j$ だけ過去の時点 $n-j$ の各時系列信号 $x(n-j)$ [(j) は基本周期 (遅延値)、 $j=-\text{tap}, \dots, \text{tap}$ (tap は 0 や 1 を用いることが多い)] をそれぞれ係数 (j) (「ゲイン」と呼ぶ) で重み付けしたものと、予測残差 $e(n)$ と間に線形 1 次結合が成り立つと仮定した長期予測モデル

$$e(n)=x(n)+ (-\text{tap}) \cdot x(n-\text{tap})+\dots+ (\text{tap}) \cdot x(n-\text{tap}) \dots (3)$$

を定める。そして、入力された 1 フレーム分の時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) に対し、1 フレーム分の予測残差 $e(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) のエネルギーを最小化するゲイン (j) ($j=-\text{tap}, \dots, \text{tap}$) や遅延値 (j) を算出する。ここで、

$$y(n)=-\{ (-\text{tap}) \cdot x(n-\text{tap})+\dots+ (\text{tap}) \cdot x(n-\text{tap}) \} \dots (4)$$

の線形 FIR フィルタを「長期予測フィルタ」と呼ぶ。なお、長期予測分析に対応する予測合成を長期予測合成と呼ぶ。また、長期予測フィルタに対応する合成フィルタは、例えば、

$$x(n)=e(n)-\{ (-\text{tap}) \cdot x(n-\text{tap})+\dots+ (\text{tap}) \cdot x(n-\text{tap}) \}$$

となる。この例の合成フィルタの係数は $(-\text{tap}), \dots, (\text{tap})$ である。

【 先行技術文献 】

【 非特許文献 】

【 0 0 1 8 】

【 非特許文献 1 】 Mat Hans and Ronald W. Schafer, "Lossless Compression of Digital Audio", IEEE SIGNAL PROCESSING MAGAZINE, July 2001, pp.21-32.

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

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 9 】

上述のように従来の符号化方法では、予測残差を符号化する際に使用されたリスパラメータなどの補助情報の少なくとも一部が、圧縮符号化されることなく、そのまま符号として出力されていた。しかし、補助情報の統計的性質を利用して当該補助情報を符号化することができれば符号化圧縮率を改善できる。

【 0 0 2 0 】

10

20

30

40

50

また、ゴロムライス符号化の変形方法として、前述の商をアルファ符号化する代わりに、当該商を他の方法で符号化する方法（非公知）も想定できる。この場合には、さらに商を符号化するための商符号表を特定する商符号表インデックスの情報を補助情報に含める必要がある。この場合にも、補助情報の統計的性質を利用して当該補助情報を符号化できれば符号化圧縮率をさらに改善できる。なお、このゴロムライス符号化の変形方法の場合、ライスパラメータの代わりに別のパラメータを用いた方が符号化圧縮率を向上できる場合もある（非公知）。そこで、上述の商を算出するための法数を特定するパラメータを総称して「分離パラメータ」と呼ぶ。

【課題を解決するための手段】

【0021】

本発明の符号化の際には、時系列信号を予測分析して整数表現された予測残差を生成し、予測残差の大きさに対応する整数の分離パラメータを或る時間区間ごとに設定し、予測残差の符号化に用いられる補助情報を可変長符号化するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、時系列信号の予測効果を表す指標に応じた補助情報符号表を選択する。なお、予測分析は、近接サンプル間の線形予測（短期予測）及び／又は複数サンプル分離されたサンプル間での長期予測を含む。このように選択された補助情報符号表を用いて補助情報を符号化することで、補助情報に対応する符号の平均符号量を削減できる。

【発明の効果】

【0022】

本発明では、予測残差の符号化に関する符号化圧縮率を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】図1は、従来における可逆圧縮符号化方式の符号化装置の機能構成を説明するためのブロック図である。

【図2】図2は、図1に示す残差符号化部の機能構成を説明するためのブロック図である。

【図3】図3は、従来における可逆圧縮符号化方式の復号装置の機能構成を説明するためのブロック図である。

【図4】図4は、図3に示す残差復号部の機能構成を説明するためのブロック図である。

【図5】図5Aは、ゴロムライス符号化の分離パラメータ（ライスパラメータ）の頻度分布を例示した図であり、図5Bは、ライステイルの頻度分布を例示した図である。

【図6】図6A、図6Bは、ゴロムライス符号化の分離パラメータ（ライスパラメータ）の頻度分布を例示した図である。

【図7】図7Aは、1つのフレームを前半のサブフレームと後半のサブフレームとに分割し、前半のサブフレームの分離パラメータsの上位2ビットをs(0)とし、下位2ビットをs(1)とした場合における各フレームでのs(0)とs(1)との組み合わせに対応するインデックス0~15を定義した表である。図7Bは、図7Aで定義されたインデックス0~15の頻度分布を例示したグラフである。

【図8】図8は、第1実施形態の符号化装置の機能構成を説明するためのブロック図である。

【図9】図9は、図8に示した残差符号化部の機能構成を説明するためのブロック図である。

【図10】図10は、第1実施形態の復号装置の機能構成を説明するためのブロック図である。

【図11】図11は、図10に示した残差復号部の機能構成を説明するためのブロック図である。

【図12】図12Aは、商符号表T1[h,s]と分離パラメータs及び商符号表インデックスhとの対応関係を例示するための対応表であり、図12Bは、図12Aに例示した各商符号表T1[h,s]が選択される頻度と分離パラメータs及び商符号表インデックスhとの関係を例示するための図である。

10

20

30

40

50

【図13】図13Aは、商符号表 $T2[h,s]$ と分離パラメータ s 及び商符号表インデックス h との対応関係を例示するための対応表であり、図13Bは、図13Aに例示した各商符号表 $T2[h,s]$ が選択される頻度と分離パラメータ s 及び商符号表インデックス h との関係を例示するための図である。

【図14】図14Aは、図12Aの対応表の商符号表 $T1[h,s]$ を例示するための図であり、図14Bは、図13Aの対応表の商符号表 $T2[h,s]$ を例示するための図である。

【図15】図15Aは、補助情報符号表 $Tc[1]$ を例示するための図であり、図15Bは、補助情報符号表 $Tc[2]$ を例示するための図である。

【図16】図16は、第1実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャートである。

10

【図17】図17Aは、図16のステップS20の詳細を例示するためのフローチャートであり、図17Bは、図16のステップS30の詳細を例示するためのフローチャートである。

【図18】図18Aは、図16のステップS40の詳細を例示するためのフローチャートであり、図18Bは、図16のステップS70の詳細を例示するためのフローチャートである。

【図19】図19は、第1実施形態の復号方法を説明するためのフローチャートである。

【図20】図20Aは、図19のステップS130の詳細を例示するためのフローチャートであり、図20Bは、ステップS160の詳細を例示するためのフローチャートである。

20

【図21】図21は、図19のステップS170の詳細を例示するためのフローチャートである。

【図22】図22は、第1実施形態の変形例1の符号化方法を説明するためのフローチャートである。

【図23】図23は、第1実施形態の変形例1の復号方法を説明するためのフローチャートである。

【図24】図24Aは、図22のステップS230の詳細を例示するためのフローチャートであり、図24Bは、図23のステップS370の詳細を例示するためのフローチャートである。

【図25】図25Aは、商符号表 $T1[h,s]$ と分離パラメータ s 及び商符号表インデックス h との対応関係を例示するための対応表であり、図25Bは、図25Aの対応表に例示した各商符号表が選択される頻度と分離パラメータ s 及び商符号表インデックス h との関係を例示するための図である。

30

【図26】図26Aは、商符号表 $T2[h,s]$ と分離パラメータ s 及び商符号表インデックス h との対応関係を例示するための対応表であり、図26Bは、図26Aの対応表に例示した各商符号表が選択される頻度と分離パラメータ s 及び商符号表インデックス h との関係を例示するための図である。

【図27】図27Aは、商符号表 $T1[h,s]$ と分離パラメータ s 及び商符号表インデックス h との対応関係を例示するための対応表であり、図27Bは、図27Aの対応表に例示した各商符号表が選択される頻度と分離パラメータ s 及び商符号表インデックス h との関係を例示するための図である。図27Cは、商符号表 $T2[h,s]$ と分離パラメータ s 及び商符号表インデックス h との対応関係を例示するための対応表であり、図27Dは、図27Cの対応表に例示した各商符号表が選択される頻度と分離パラメータ s 及び商符号表インデックス h との関係を例示するための図である。図27E、図27Fは、符号表の他の例を説明するための図である。

40

【図28】図28Aは、 $T2[h,s]$ と分離パラメータ s (上位・下位)及び商符号表インデックス h との対応関係を例示するための対応表であり、図28Bは、図28Aの対応表に例示した各商符号表が選択される頻度と分離パラメータ s (上位・下位)及び商符号表インデックス h との関係を例示するための図である。

【図29】図29は、第2実施形態の残差符号化部の機能構成を説明するためのブロック

50

図である。

【図30】図30は、第2実施形態の残差復号部の機能構成を説明するためのブロック図である。

【図31】図31A、図31Bは、選択される商符号表の頻度と、分離パラメータ s_i をフレームごとに統合した統合パラメータ S 及び商符号表インデックス h との関係を、予測利得 pg に応じた集合 T_1, T_2 のそれぞれについて例示するための図である。

【図32】図32は、第2実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャートである。

【図33】図33は、第2実施形態の復号方法を説明するためのフローチャートである。

【図34】図34は、第3実施形態の残差符号化部の機能構成を説明するためのブロック図である。

【図35】図35は、第3実施形態の残差復号部の機能構成を説明するためのブロック図である。

【図36】図36A、図36Bは、残差符号化部の符号表選択部522dでサブフレームごとに選択される商符号表の頻度と、分離パラメータ s 及び商符号表インデックス h_i をフレームごとに統合した統合インデックス H との関係を、予測利得 pg に応じた集合 T_1, T_2 のそれぞれについて例示するための図である。

【図37】図37は、第3実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャートである。

【図38】図38は、第3実施形態の復号方法を説明するためのフローチャートである。

【図39】図39は、フレームごとに選択される商符号表の頻度と、分離パラメータ s_i をフレームごとに統合した統合パラメータ S 及び商符号表インデックス h_i をフレームごとに統合した統合インデックス H との関係を例示した図である。

【図40】図40は、第4実施形態の符号化装置の機能構成を説明するためのブロック図である。

【図41】図41は、実施形態の復号装置の機能構成を説明するためのブロック図である。

【図42】図42は、第4実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャートである。

【図43】図43は、第4実施形態の復号方法を説明するためのフローチャートである。

【図44】図44は、第5実施形態の符号化装置の機能構成を説明するためのブロック図である。

【図45】図45は、第5実施形態の復号装置の機能構成を説明するためのブロック図である。

【図46】図46は、第5実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャートである。

【図47】図47は、第5実施形態の復号方法を説明するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下では原理を説明した後、各実施形態の説明を行う。

【0025】

〔原理〕

音響信号、映像情報、生体信号、地震波信号などの時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) に対し、線形予測分析、長期予測分析、マルチチャネル予測分析などの予測分析を行ってその予測残差 $e(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) を求めた場合、予測残差 $e(n)$ の大きさには或る偏りが生じる。なお、予測残差 $e(n)$ の大きさとは、例えば、予測残差 $e(n)$ の振幅、絶対値、エネルギーなどである。本形態ではこの性質を利用し、分離パラメータ s 及び λ 又は商符号表インデックス h に対応する情報である補助情報を可変長符号化する。以下、この原理を説明する。

【0026】

10

20

30

40

50

< 分離パラメータの頻度分布の偏り >

本形態は、時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) の予測分析結果から得られる整数表現された予測残差 $e(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) を、ゴロムライス符号化方法、又は、その変形方法によって符号化することを前提にする。すなわち、本形態では、時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) を予測分析し、整数表現された予測残差 $e(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) が生成される。また、予測残差 $e(n)$ の大きさに対応する整数の分離パラメータが或る時間区間ごとに設定される。そして、予測残差 $e(n)$ 又は予測残差 $e(n)$ の単調増加関数値に相当する 0 以上の整数を被除数とし、当該予測残差 $e(n)$ が属する時間区間に対して設定された分離パラメータ又は分離パラメータの写像値に相当する整数を法数とした除算によって得られる整数の商 $q(n)$ を特定する第 1 情報と、被除数の法数に関する剰余を特定する第 2 情報と、を含む予測残差 $e(n)$ に対応する残差符号が生成される。なお、第 2 情報は null を含む概念である。すなわち、剰余が特定の値である場合に第 2 情報が null となる場合もある。

10

【 0 0 2 7 】

ここで、上述の商 $q(n)$ は、法数が大きくなるほど小さくなって 0 付近に偏り、法数が小さくなるほど被除数の大きさに依存する範囲に広く分布する。一方、その商 $q(n)$ に対応する剰余は、法数が小さいほど偏りが大きくなって小さな値に偏って分布し、法数が大きいほど偏りが小さくなって広い範囲に分布する。つまり、法数が大きいほど、商 $q(n)$ を特定する第 1 情報の情報量を小さくすることができるが、剰余を特定する第 2 情報の情報量が大きくなってしまいう傾向がある。予測残差 $e(n)$ に対応する残差符号の符号量を小さくするためには、予測残差 $e(n)$ の大きさに応じて適切な法数を用いなければならない。言い換えると、予測残差 $e(n)$ の大きさに応じて適切な分離パラメータを用いなければならない。このような分離パラメータは予測残差 $e(n)$ の大きさに依存する。予測残差 $e(n)$ の大きさには偏りがあるのだから、当該分離パラメータの頻度分布には偏りが生じる（性質 1）。

20

【 0 0 2 8 】

このことを、分離パラメータがゴロムライス符号化のライスパラメータである場合を例にとって示す。

【 0 0 2 9 】

ゴロムライス符号化では、例えば、以下のように予測残差 $e(n)$ に対応する残差符号を生成する。ただし、 $prefix(n)$ は商 $q(n)$ を可変長符号化した第 1 情報であり、 $sub(n)$ は剰余を特定する第 2 情報であり、 s は分離パラメータ（この例ではライスパラメータ）であり、 $floor(x)$ は x 以下の最大の整数である。

30

【 0 0 3 0 】

分離パラメータ $s > 0$ の場合、以下のように商 $q(n)$ を生成する。

【 0 0 3 1 】

$$q(n) = \text{floor}(e(n)/2^{s-1}) \quad (\text{for } e(n) \geq 0) \quad \dots (5)$$

$$q(n) = \text{floor}\{(-e(n)-1)/2^{s-1}\} \quad (\text{for } e(n) < 0) \quad \dots (6)$$

一方、分離パラメータ $s=0$ の場合、以下のように商 $q(n)$ を生成する。

【 0 0 3 2 】

$$q(n) = 2 \cdot e(n) \quad (\text{for } e(n) \geq 0) \quad \dots (7)$$

$$q(n) = -2 \cdot e(n) - 1 \quad (\text{for } e(n) < 0) \quad \dots (8)$$

40

また、分離パラメータ $s > 0$ の場合、剰余を特定する第 2 情報 $sub(n)$ は以下のように特定される。

【 0 0 3 3 】

$$sub(n) = e(n) - 2^{s-1} \cdot q(n) + 2^{s-1} \quad (\text{for } e(n) \geq 0) \quad \dots (9)$$

$$sub(n) = (-e(n)-1) - 2^{s-1} \cdot q(n) \quad (\text{for } e(n) < 0) \quad \dots (10)$$

一方、分離パラメータ $s = 0$ の場合、剰余を特定する第 2 情報 $sub(n)$ は null である（ $sub(n) = \text{null}$ ）。

【 0 0 3 4 】

或る時間区間の予測残差 $e(n)$ に対応する符号の総符号量を最小化する整数が分離パラメータ s となる。例えば、各フレームにおける予測残差 $e(n)$ に対する符号の総符号量をそれ

50

ぞれ最小化する整数を当該フレームの分離パラメータ s としてもよいし、各サブフレームにおける予測残差 $e(n)$ に対応する符号の総符号量をそれぞれ最小化する整数を当該サブフレームの分離パラメータ s としてもよい。以下では、各フレームにおける予測残差 $e(n)$ に対応する符号の総符号量をそれぞれ最小化する整数を当該フレームの分離パラメータ s とする場合を説明する。

【 0 0 3 5 】

式(5)~(8)を共通化して商 $q(n)$ を表現すると以下の式となる。ただし、 $|\cdot|$ は \cdot の絶対値を示す。

【 0 0 3 6 】

$$q(n)=\text{floor}\{(2\cdot|e(n)|-z)/2^s\} \quad (z=0 \text{ or } 1 \text{ or } 2) \quad \dots(11)$$

10

ゴロムライス符号化の場合、 $\text{prefix}(n)$ は商 $q(n)$ をアルファ符号化した符号であり、その符号長は、式(11)を用いて以下のように表現できる。

【 0 0 3 7 】

$$\text{floor}\{(2\cdot|e(n)|-z)/2^s\}+1 \quad \dots(12)$$

また、ゴロムライス符号化の場合、式(9)(10)の剰余を特定する第2情報 $\text{sub}(n)$ は s ビットで表現される。よって、1フレーム(N サンプル)あたりのゴロムライス符号の符号長 $C(s, e(n), N)$ の符号長は、以下のように表現できる。

【 0 0 3 8 】

【 数 1 】

$$C(s, e(n), N) = \sum_{n=0}^{N-1} \left[\text{floor}\{(2\cdot|e(n)|-z)/2^s\} + 1 + s \right] \quad \dots(13)$$

20

ここで $\text{floor}\{(2\cdot|e(n)|-z)/2^s\}=\{(2\cdot|e(n)|-z)/2^s\}$ と近似すると、式(13)は以下のように近似できる。

【 0 0 3 9 】

【 数 2 】

$$C(s, e(n), N) = 2^{-s} (2 \cdot D - z \cdot N) + (1 + s) \cdot N$$

$$D = \sum_{n=0}^{N-1} |e(n)| \quad \dots(14)$$

30

そして、式(14)の s についての偏微分結果が0となる s を求めると以下ようになる。なお、この s は1フレームにおける予測残差 $e(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)に対応する符号の総符号量を最小化する値である。

【 0 0 4 0 】

$$s = \log_2 \{ \ln 2 \cdot (2 \cdot D / N - z) \} \quad \dots(15)$$

ここで、 D/N が z よりも十分大きいならば以下の式が近似できる。

【 0 0 4 1 】

$$s = \log_2 \{ \ln 2 \cdot (2 \cdot D / N) \} \quad \dots(16)$$

40

式(16)で得られる値 s は整数化されていない連続値であるため、式(16)で得られる値 s を整数に量子化した値を分離パラメータ s とする。

【 0 0 4 2 】

式(16)に示すように、分離パラメータ s は予測残差 $e(n)$ の大きさに依存し、その値は予測残差 $e(n)$ の大きさの広義単調増加関数値に相当する。そして、この分離パラメータ s の頻度分布には偏りがある。

【 0 0 4 3 】

図5 Aは、ゴロムライス符号化の分離パラメータ(ライスパラメータ)の頻度分布を例示した図である。ここで、図5 Aの横軸は分離パラメータ s を示し、縦軸は $N=40, 80, 160, 240, 320$ の各場合における分離パラメータ s の頻度を示す。なお、この縦軸では、各分離パ

50

ラメータsの頻度の合計が1になるように正規化されている。また、図5Aでは、音響信号を線形予測分析した結果から得られた予測残差e(n)又は予測残差e(n)の大きさの増加に応じて単調増加する関係にある0以上の整数である被除数が、0以上 2^8 未満の整数である場合に算出された分離パラメータsの頻度分布を示す。被除数が0以上 2^8 未満の整数(被除数を8ビットで表現)であり、法数が 2^8 である場合、分離パラメータsは0以上7以下の範囲の整数値となる。図5Aに示すように、分離パラメータsの頻度分布には偏りがある。

【0044】

< 予測利得と分離パラメータの頻度分布との関係 >

分離パラメータsの頻度分布は、さらに予測利得pgと相関関係がある。

10

【0045】

予測利得pgとは、時系列信号x(n)の予測分析の結果によって得られた予測残差e(n)のエネルギーに対する当該時系列信号x(n)のエネルギーの比である(予測利得pg = 時系列信号x(n)のエネルギー / 予測残差e(n)のエネルギー)。例えば、或る時間区間における、予測残差e(n)のエネルギーに対する当該時系列信号x(n)のエネルギーの比を予測利得pgとする。例えば、時系列信号x(n)の1フレーム(n=0, ..., N-1)当たりのエネルギーE(0)は

【0046】

【数3】

$$E(0) = \sum_{n=0}^{N-1} \{x(n)\}^2 \quad \dots (17)$$

20

となる。また、1フレーム分の時系列信号x(n) (n=0, ..., N-1) に対してM次の線形予測分析を行って得られた予測残差e(n)の1フレーム(n=0, ..., N-1) 当たりのエネルギーE(M)は、1次からM次までのPARCOR係数k(m) (m=1, 2, ..., M) を用いて

【0047】

【数4】

$$E(M) = E(0) \prod_{m=1}^M \{1 - k(m)^2\} \quad \dots (18)$$

30

と表現できる。よって、1フレーム分の時系列信号x(n) (n=0, ..., N-1) に対してM次の線形予測分析を行った場合の予測利得pgは

【0048】

【数5】

$$pg = E(0) / E(M) = \frac{1}{\prod_{m=1}^M \{1 - k(m)^2\}} \quad \dots (19)$$

40

と表現できる。

【0049】

以上の予測利得pgの定義から明らかなように、予測利得pgは予測分析の有効性を示す指標(時系列信号x(n)の予測効果を表す指標)である。すなわち、予測分析が有効に機能する場合には、時系列信号x(n)のエネルギーに対する予測残差e(n)のエネルギーが小さくなり、その逆数である予測利得pgは大きくなる。逆に、予測分析が有効に機能しない場合には、時系列信号x(n)のエネルギーに対する予測残差e(n)のエネルギーが大きくなり、その逆数である予測利得pgは小さくなる。

【0050】

一般に、雑音などの自己相関が弱い時系列信号x(n)に対しては、有効な予測分析を行う

50

ことができない。入力された時系列信号 $x(n)$ の大きさが小さい場合、その時系列信号 $x(n)$ は雑音のような自己相関が弱い信号であることが多い。このような時系列信号 $x(n)$ に対しては有効な予測分析を行うことができず、予測利得 pg が小さくなることが多い。このケースでは時系列信号 $x(n)$ の大きさが小さいため予測残差 $e(n)$ の大きさも小さくなり、予測利得 pg の分布が広がる傾向がある。

【 0 0 5 1 】

一方、入力された時系列信号 $x(n)$ の大きさが大きい場合、その時系列信号 $x(n)$ は音声信号のような自己相関が強い信号であることが多い。このような時系列信号 $x(n)$ に対しては有効な予測分析ができ、予測利得 pg が大きくなることが多い。このケースでは時系列信号 $x(n)$ の大きさが大きいため予測残差 $e(n)$ も大きくなり、予測利得 pg の分布が狭くなる傾向がある。

10

【 0 0 5 2 】

つまり、予測利得 pg が大きいほど、予測残差 $e(n)$ の大きさが大きく、その分布が狭くなる。一方、予測利得 pg が小さいほど、予測残差 $e(n)$ の大きさが小さく、その分布が広がる。そして、分離パラメータ s は予測残差 $e(n)$ の大きさに依存するのだから、予測利得 pg が大きいほど、分離パラメータ s は大きな値で狭く分布し、予測利得 pg が小さいほど、分離パラメータ s は小さな値で広く分布する。すなわち、予測利得 pg と分離パラメータ s の頻度分布との間には相関関係がある（性質 2）。

【 0 0 5 3 】

また、予測利得 pg は、線形予測フィルタや長期予測フィルタなどの予測フィルタの係数（線形予測係数やゲイン）やそれに変換可能な係数（PARCOR係数など）と相関関係がある（式(1)-(4)参照）。よって、予測フィルタの係数やそれに変換可能な係数と分離パラメータ s の頻度分布の間にも相関関係がある（性質 3）。一般的には、予測フィルタの係数やそれに変換可能な係数が大きいほど、分離パラメータ s は大きな値で狭く分布し、予測フィルタの係数やそれに変換可能な係数が小さいほど、分離パラメータ s は小さな値で広く分布する。

20

【 0 0 5 4 】

図 6 A は、ゴロムライス符号化の分離パラメータ（ライスパラメータ） s の頻度分布を例示した図である。ここで、図 6 A の横軸は分離パラメータ s を示し、縦軸は、1 次の PARCOR 係数 $k(1)$ が $k(1) > 25000/32768$ 、 $k(1) < 25000/32768$ の各場合における分離パラメータ s の頻度を示す。なお、この縦軸では、各分離パラメータ s の頻度の合計が 1 になるように正規化されている。また、図 6 A では、音響信号を線形予測分析した結果から得られた予測残差 $e(n)$ 又はその絶対値の増加に応じて単調増加する 0 以上の整数である被除数が 0 以上 2^8 未満の整数である場合に算出された分離パラメータ s の頻度分布を示す。

30

【 0 0 5 5 】

図 6 A に示すように、1 次の PARCOR 係数 $k(1)$ が大きいほど（予測利得 pg が大きいほど）、分離パラメータ s は大きな値で狭く分布し、1 次の PARCOR 係数 $k(1)$ が小さいほど（予測利得 pg が小さいほど）、分離パラメータ s は小さな値で広く分布する。

【 0 0 5 6 】

また、フレームやサブフレームごとに、予測分析方式が異なる複数種類の符号化方式によって符号化を行い、生成された符号から符号量が最小となるものを選択し、最終的な符号を決定する方式がある。このような方式の場合、最終的に決定された符号に対応する予測分析方式の種別と予測利得 pg との間に相関関係があり、当該予測分析方式の種別と分離パラメータ s の頻度分布との間に相関関係がある（性質 4）。

40

【 0 0 5 7 】

例えば、線形予測分析（短期予測分析）のみを行って生成された第 1 予測残差 $e_s(n)$ を符号化する方式 1 と、線形予測分析（短期予測分析）を行って生成された第 1 予測残差 $e_s(n)$ をさらに長期予測分析し、それによって得られた第 2 予測残差 $e_L(n)$ を符号化する方式 2 とを用いてそれぞれの符号を求め、最終的に符号量が小さくなる符号を選択する方式を想定する。

50

【 0 0 5 8 】

方式1は、線形予測分析（短期予測分析）のみを行う方式であるため、線形予測分析（短期予測分析）に係るPARCOR係数などの係数に対応する係数符号と、予測残差に対応する残差符号と、補助情報に対応する補助符号と、予測分析方式の種別を示す符号とが符号に含まれる。一方、方式2は、線形予測分析（短期予測分析）と長期予測分析とを行う方式であるため、さらに長期予測分析に係るゲインや遅延値などに対応する符号が余計に必要なとなる。しかしながら、有効な予測分析が可能であれば、方式2は方式1よりも残差符号の符号量を小さくできる。そのため、効果的な予測分析が可能であれば、方式2は方式1よりも合計符号量を小さくできる場合がある。言い換えると、時系列信号 $x(n)$ の予測効果が高い場合、方式2は方式1よりも合計符号量を小さくできる。逆に、時系列信号 $x(n)$ の予測効果が低い場合、方式2は方式1よりも合計符号量が大きくなる。

10

【 0 0 5 9 】

方式1は線形予測分析（短期予測分析）が効果的であったとしても長期予測分析の効果が小さい場合に選択され、方式2は長期予測分析の効果も大きく、線形予測分析（短期予測分析）及び長期予測分析の双方の予測効果が大きい場合に選択される。すなわち、方式2が選択される場合のほうが、方式1が選択される場合よりも、線形予測分析（短期予測分析）と長期予測分析との両方を行った場合の予測利得（広い意味での予測利得）が大きい傾向がある。

【 0 0 6 0 】

広い意味での予測利得が大きいときは、入力された時系列信号 $x(n)$ が有声部分である可能性が高い。この場合、入力された時系列信号 $x(n)$ の振幅も大きく、それに伴って予測残差 $e(n)$ の振幅も大きく、その分布が狭い傾向がある。一方、広い意味での予測利得 pg が小さいときは、入力された時系列信号 $x(n)$ に音声が含まれないか、無声（声帯が振動しない声）である可能性が高い。この場合、入力された時系列信号 $x(n)$ の振幅も小さく、それに従って予測残差 $e(n)$ の振幅も小さく、その分布が広い傾向がある。

20

【 0 0 6 1 】

ここで、分離パラメータ s は予測残差 $e(n)$ の大きさに依存するのだから、分離パラメータ s の頻度分布は、選択される方式、すなわち選択される予測分析方式の種別と相関関係がある。例えば、上述したように、方式2が選択される場合には方式1が選択される場合よりも予測残差 $e(n)$ が大きく、その分布が狭くなる傾向があるのだから、方式2が選択される場合の分離パラメータ s は方式1が選択される場合の分離パラメータ s よりも、大きく、かつ、狭く分布する傾向がある。

30

【 0 0 6 2 】

図6Bは、ゴロムライス符号化の分離パラメータ（ライスパラメータ） s の頻度分布を例示した図である。ここで、図6Bの横軸は分離パラメータ s を示し、縦軸は、線形予測分析のみを行って生成された第1予測残差 $e_s(n)$ を符号化する方式1（LTP is not used）と、線形予測分析を行って生成された第1予測残差 $e_s(n)$ をさらに長期予測分析し、それによって得られた第2予測残差 $e_L(n)$ を符号化する方式2（LTP is used）との各場合における分離パラメータ s の頻度を示す。なお、この縦軸では、各分離パラメータ s の頻度の合計が1になるように正規化されている。また、図6Bでは、音響信号を線形予測分析した結果から得られた予測残差 $e(n)$ 又はその絶対値の増加に応じて単調増加する0以上の整数である被除数が0以上 2^8 未満の整数である場合に算出された分離パラメータ s の頻度分布を示す。

40

【 0 0 6 3 】

図6Bに示すように、予測分析が「LTP is used」の場合、分離パラメータ s は大きな値で狭く分布し、予測分析が「LTP is not used」の場合、分離パラメータ s は小さな値で広く分布する傾向がある。

【 0 0 6 4 】

また、これまで説明したような予測利得と分離パラメータ s の頻度分布との関係は、予測利得と分離パラメータ s の一部のビットとの間でも成り立つ。さらに、このような関係

50

は、予測利得と、複数の時間区間（フレームやサブフレーム等）に対する各分離パラメータ s の一部のビットを統合した情報との間でも成り立つ。

【0065】

図7Aは、1つのフレームを前半のサブフレームと後半のサブフレームとに分割し、前半のサブフレームの分離パラメータ s の上位2ビットを $s(0)$ とし、下位2ビットを $s(1)$ とした場合における各フレームでの $s(0)$ と $s(1)$ との組み合わせに対応するインデックス0~15を定義した表である。また、図7Bは、図7Aで定義されたインデックス0~15の頻度分布を例示したグラフである。ここで、図7Bの横軸は図7Aで定義されたインデックス0~15を示し、縦軸は、予測利得 pg が小さい場合と予測利得 pg が大きい場合の各場合における $s(0)$ と $s(1)$ との組み合わせの頻度を示す。なお、この縦軸では、頻度の合計が1になるように正規化されている。

10

【0066】

図7Bに示すように、予測利得 pg が大きい場合の $s(0)$ と $s(1)$ との組み合わせは、予測利得 pg が小さい場合の $s(0)$ と $s(1)$ との組み合わせよりも、 $s(0)$ 及び $s(1)$ の振幅がそれぞれ大きく、狭く分布する。

【0067】

< 予測利得と商符号表インデックスの頻度分布との関係 >

ゴロムライス符号化では、前述のように算出された商 $q(n)$ （例えば、式(5)~(8)で例示した商 $q(n)$ ）をアルファ符号化し、予測残差 $e(n)$ に対応する符号の一部である情報prefix (n) を生成する。ここで、ゴロムライス符号化処理において算出される商 $q(n)$ （例えば、式(5)~(8)で例示した商 $q(n)$ ）に対応するアルファ符号の符号長（ストップビットを含むビット長）をライステイルと呼ぶことにする。すなわち、 $q(n)+1$ をライステイルと呼ぶ。

20

【0068】

図5Bは、ライステイルの頻度分布を例示した図である。なお、図5Bの横軸はライステイルを示し、縦軸は分離パラメータ s が3である場合のライステイルの頻度を示す。また、この縦軸では、各ライステイルの頻度の合計が1になるように正規化されている。

【0069】

ゴロムライス符号化では、商 $q(n)$ をアルファ符号に符号化する。当該整数の商 $q(n)$ がラプラス（Laplace）分布に従うのであれば、商 $q(n)$ をアルファ符号に符号化することは最適な可変長符号化である。しかし、当該商 $q(n)$ の分布がラプラス分布に従わない場合、他の可変長符号化のほうが符号化圧縮率を向上できる場合がある。そのため、本形態では、商 $q(n)$ の可変長符号化するための商符号表を複数用意しておき、そこから符号量を最小化する商符号表を選択して商 $q(n)$ の符号化を行う。

30

【0070】

ここで、商 $q(n)$ と予測残差 $e(n)$ の大きさと分離パラメータ s とは相関関係があるのだから、商 $q(n)$ を符号化するために選択される商符号表を特定する商符号表インデックス h の頻度分布と予測残差 $e(n)$ の大きさと分離パラメータ s との間に相関関係がある。また、前述のように、予測利得 pg と予測残差 $e(n)$ の大きさと分離パラメータ s の間には相関関係があるのだから、予測利得 pg と商符号表インデックス h の頻度分布との間には相関関係がある。つまり、前述のように、分離パラメータ s は、フレームなどの離散時間区間ごとに設定され、当該離散時間区間内での分離パラメータ s は同じ値である。これに対し、予測残差 $e(n)$ は離散時間 n ごとの値である。そのため、予測残差 $e(n)$ の分布が狭いほど、商 $q(n)$ の頻度分布はラプラス分布に近くなり、逆に、予測残差 $e(n)$ の分布が広いほど、商 $q(n)$ の頻度分布はラプラス分布から離れる。また、前述のように、予測利得 pg が大きいほど、予測残差 $e(n)$ の分布は狭くなる傾向がある。よって、予測利得 pg が大きいほど、商 $q(n)$ の頻度分布はラプラス分布に近くなり、予測利得 pg が小さいほど、商 $q(n)$ の頻度分布はラプラス分布から離れる。そのため、予測利得 pg が大きいほど、アルファ符号化を行うためのアルファ符号表に近い商符号表が選択され、予測利得 pg が小さいほど、アルファ符号表から遠い商符号表が選択される傾向が見られ、予測利得 pg と商符号表インデックス h の頻度分布との間に相関が見られる（性質5）。

40

50

【 0 0 7 1 】

また、前述の[性質 3]より、予測フィルタの係数やそれに変換可能な係数と商符号表インデックス h の頻度分布との間にも相関関係がある(性質 6)。さらに、前述の[性質 4]より、予測分析方式の種別と商符号表インデックス h の頻度分布との間にも相関関係がある(性質 7)。

【 0 0 7 2 】

< 性質のまとめ >

上述した性質 1 ~ 7 (非公知)をまとめると以下ようになる。

【 0 0 7 3 】

[性質 1] 分離パラメータ s の頻度分布には偏りがある。

10

【 0 0 7 4 】

[性質 2] 予測利得 pg と分離パラメータ s の頻度分布の間には相関関係がある。予測利得 pg が大きいほど、分離パラメータ s は大きな値で狭く分布し、予測利得 pg が小さいほど、分離パラメータ s は小さな値で広く分布する傾向がある。

【 0 0 7 5 】

[性質 3] 予測フィルタの係数やそれに変換可能な係数と分離パラメータ s の頻度分布の間には相関関係がある。

【 0 0 7 6 】

[性質 4] 予測分析方式の種別と予測利得 pg の間に相関関係があり、当該予測分析方式の種別と分離パラメータ s の頻度分布との間に相関関係がある。

20

【 0 0 7 7 】

[性質 5] 予測利得 pg と商符号表インデックス h の頻度分布との間に相関関係がある。予測利得 pg が大きいほど、アルファ符号化を行うためのアルファ符号表に近い商符号表が選択され、予測利得 pg が小さいほど、アルファ符号表から遠い商符号表が選択される傾向が見られる。

【 0 0 7 8 】

[性質 6] 予測フィルタの係数やそれに変換可能な係数と商符号表インデックス h の頻度分布との間には相関関係がある。

【 0 0 7 9 】

[性質 7] 予測分析方式の種別と商符号表インデックス h の頻度分布との間には相関関係がある。

30

【 0 0 8 0 】

< 本形態の方式 >

本形態では、上記の性質 1 ~ 7 を利用して補助情報を可変長符号化することで、予測残差 $e(n)$ の符号化に関する符号化圧縮率を向上させる。

【 0 0 8 1 】

本形態の符号化処理では、時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)を予測分析し、整数表現された予測残差 $e(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)を生成し、予測残差 $e(n)$ の大きさに依存する整数の分離パラメータ s を或る時間区間ごとに設定し、補助情報を可変長符号化するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、予測利得 pg に応じた補助情報符号表を選択する。上述した[性質 1] [性質 2] [性質 5]より、予測利得 pg に応じた補助情報符号表を選択することによって、補助情報の符号化圧縮率を削減できる。また、その復号処理では、時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)を予測分析して得られた予測フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数に対応する係数符号を復号し、当該予測フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を用い、補助情報に対応する補助符号を復号するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、予測利得に応じた補助情報符号表を選択する。ここで、予測フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数に対応する係数符号は、時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)を予測分析して行う符号化によって得られた符号に必ず含まれる情報であり、本形態の符号を復号するために特別に提供された付加情報ではない。

40

【 0 0 8 2 】

50

なお、補助情報は、分離パラメータ s 及び/又は商符号表インデックス h に対応する情報であり、その一例は、それに対応する分離パラメータ s 及び/又は商符号表インデックス h の少なくとも一部の情報を含む情報である。例えば、分離パラメータ s 及び/又は商符号表インデックス h を含む情報を補助情報としてもよいし、分離パラメータ s 及び/又は商符号表インデックス h のそれぞれ一部のビットを含む情報を補助情報としてもよいし、複数のサブフレームに対する分離パラメータ s 及び/又は商符号表インデックス h をフレームごと統合した情報を含む情報を補助情報としてもよいし、複数のサブフレームに対する分離パラメータ s 及び/又は商符号表インデックス h のそれぞれ一部のビットを統合した情報を含む情報を補助情報としてもよい。

【0083】

また、商符号表インデックス h は、予測残差 $e(n)$ 又は予測残差 $e(n)$ の大きさの単調増加関数値に相当する0以上の整数を被除数とし、当該予測残差 $e(n)$ が属する時間区間に対して設定された分離パラメータ s に依存する整数を法数とした除算によって得られる整数の商を可変長符号化するための符号表である商符号表を特定するインデックスである。また、分離パラメータ s や法数の例は、分離パラメータ s が予測残差 $e(n)$ の大きさの広義単調増加(単調非減少)関数値に相当する整数であって、法数が分離パラメータ s の単調増加関数値に相当する整数であるか、又は、分離パラメータ s が予測残差 $e(n)$ の広義単調減少関数値に相当する整数であって、法数が分離パラメータ s の単調減少関数値に相当する整数である。例えば、分離パラメータ s が或る時間区間での予測残差 $e(n)$ の平均振幅の増加に応じて広義単調増加する関係にある整数であって、法数が分離パラメータ s の増加に応じて単調増加する関係にある整数であるか、又は、分離パラメータ s が或る時間区間での予測残差 $e(n)$ の平均振幅の増加に応じて広義単調減少する関係にある整数であって、法数が分離パラメータ s の減少に応じて単調増加する関係にある整数である。より具体的には、例えば、分離パラメータ s が、ゴロムライス符号におけるライスパラメータ、又は、その写像値、又は、予め定められた時間区間における予測残差 $e(n)$ に対応する符号の総符号量を最小化する整数であって、法数が、2を底とし、分離パラメータ s 又は分離パラメータ s の写像値に対応する値を指数とする冪乗値である。ライスパラメータの写像値の一例は、ライスパラメータと正又は負の整数定数との和である。また、商 $q(n)$ の符号化方法としてアルファ符号化以外をも許す場合には、ライスパラメータと負の整数定数(例えば「-1」と)との和を分離パラメータ s とすることが望ましい。また、値の最小化とは、当該値を厳密な意味で最小にすることのみならず、当該値を最小であると近似できる値にすることや、当該値を予め定められた閾値以下若しくは未満とすることをも含む概念である。また、可変長符号化の例は、アルファ符号化、デルタ符号化、ハフマン(Huffman)符号化、ゴロムライス符号化、ゴロム(Golomb)符号化、及びその他のエントロピー符号化である。

【0084】

また、予測利得 pg に応じた補助情報符号表を選択する際の指標は、予測利得 pg そのものであってもよいが、時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)を予測分析して得られた予測フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を指標として補助情報符号表を選択してもよい。[性質3][性質6]より、このような指標を用いても予測利得 pg に応じた補助情報符号表を選択できるからである。なお、予測フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を指標とする場合、予測フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数そのものを、閾値判定などの判定処理に用いてもよいし、予測フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を量子化した量子化値を判定処理に用いてもよい。また、予測利得 pg を推定する情報を用いて補助情報符号表が選択されてもよい。すなわち、予測利得 pg 又は当該予測利得 pg を推定する情報の何れかに応じた情報を判定する判断基準(予測利得 pg 又は当該予測利得 pg を推定する情報に応じた判断基準)を使って補助情報符号表が選択されてもよい。

【0085】

また、予測分析方式の種別によって異なる補助情報符号表が選択されてもよい。すなわち、予測分析方式の種別を指標とし、補助情報符号表が選択されてもよい。上述の[性質

10

20

30

40

50

4] [性質7]より、予測分析方式の種別を指標としても予測利得pgに応じた補助情報符号表を選択できるからである。この場合には、予測分析の種別を表す情報を付加情報として符号に追加する必要がある。復号処理では、この付加情報を用いて予測分析の種別を特定し、その予測分析の種別を示す情報によって異なる補助情報符号表を選択する。

【0086】

また、補助情報が少なくとも分離パラメータsに対応し、補助情報符号表が補助情報と当該補助情報に割り当てられる符号とを対応付けた符号表である場合、予測利得pgが第1値である場合に選択される補助情報符号表を第1補助情報符号表とし、予測利得pgが1値よりも大きな第2値である場合に選択される補助情報符号表を第2補助情報符号表とした場合、第1補助情報符号表において最も符号長の短い符号に対応付けられている補助情報
10
に対応する分離パラメータsの振幅が、第2補助情報符号表において最も符号長の短い符号に対応付けられている補助情報に対応する分離パラメータsの振幅以下となる。これは、[性質2]の「予測利得pgが大きいほど、分離パラメータsは大きな値で狭く分布し、予測利得pgが小さいほど、分離パラメータsは小さな値で広く分布する傾向」に基づく。

【0087】

また、補助情報が少なくとも商符号表インデックスhに対応する場合には、第2補助情報符号表において最も符号長の短い符号に対応付けられている補助情報に対応する商符号表インデックスhが特定する商符号表は、第1補助情報符号表において最も符号長の短い符号に対応付けられている補助情報に対応する商符号表インデックスhが特定する商符号表よりも、アルファ符号化を行うためのアルファ符号表に近い。これは、[性質5]の「予測利得pgが大きいほど、アルファ符号化を行うためのアルファ符号表に近い商符号表が選
20
択され、予測利得pgが小さいほど、アルファ符号表から遠い商符号表が選択される傾向」に基づく。なお、アルファ符号表及び商符号表は、それぞれ、商と当該商に割り当てられる符号とを対応付けた符号表である。また、アルファ符号表で商kに対応付けられている符号のビット長をbu(k)とし、或る商符号表で商kに対応付けられている符号のビット長をbx(k)とし、 $f_u(k)=0.5^{b_u(k)}$ とし、 $f_x(k)=0.5^{b_x(k)}$ とした場合における、 $(b_u(k)-b_x(k))(f_u(k)-f_x(k))$ の各kについての総和

$$E = \sum_k (b_u(k)-b_x(k))(f_u(k)-f_x(k)) \dots (20)$$

が小さいほど、当該商符号表はアルファ符号表に近いものとする。

【0088】

また、符号化処理の際、商符号表の集合から、予測利得に応じた商符号表を選択することとしてもよい。この場合、補助情報は、予測利得に応じた商符号表を特定する商符号表インデックスに対応する。なお、予測利得pgに応じた商符号表を選択する際の指標は、予測利得pgそのものであってもよいが、時系列信号x(n) (n=0, ..., N-1)を予測分析して得られた予測フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を指標として商符号表を選択してもよい。すなわち、予測利得pg又は当該予測利得pgを推定する情報の何れかに応じた情報を判定する判断基準を使って商符号表を選択してもよい。[性質6]より、このような指標を用いても予測利得pgに応じた商符号表を選択できるからである。また、予測分析方式の種別によって異なる商符号表を選択してもよい。上述の [性質7]より、予測分析方式の種別を指標としても予測利得pgに応じた商符号表を選択できるからである。符号化処理
40
の際に予測分析方式の種別によって異なる商符号表を選択した場合には、予測分析方式の種別を示す情報を付加情報として符号に追加する必要がある。復号処理では、この付加情報を用いて予測分析方式の種別を特定し、その予測分析方式の種別を示す情報によって異なる商符号表を選択する。

【0089】

また、補助情報は、フレームやサブフレームなどの時間区間ごとに生成されたものであってもよいが、複数の時間区間に対して生成されたものであってもよい。例えば、複数の時間区間に対してそれぞれ設定された分離パラメータsを統合した情報に対応する補助情報としてもよいし、商符号表を時間区間ごとに選択することにし、複数の時間区間に対してそれぞれ選択された商符号表を特定する商符号表インデックスを統合した情報に対応す
50

る補助情報としてもよい。また、複数の時間区間に対してそれぞれ設定された分離パラメータsのそれぞれ一部のビットを統合した情報を含む補助情報としてもよいし、複数の時間区間にそれぞれ対応する商符号表インデックスのそれぞれ一部のビットを統合した情報を含む補助情報としてもよい。

【0090】

〔第1実施形態〕

次に、本発明の第1実施形態を説明する。

【0091】

<構成>

図8は、第1実施形態の符号化装置100の機能構成を説明するためのブロック図であり、図9は、図8に示した残差符号化部120の機能構成を説明するためのブロック図である。また、図10は、第1実施形態の復号装置200の機能構成を説明するためのブロック図であり、図11は、図10に示した残差復号部220の機能構成を説明するためのブロック図である。なお、これらの図において図1から図4と同じ構成については、図1から図4と同じ参照番号を用い、説明を省略する。

10

【0092】

図8に示すように、本形態の符号化装置100は、予測符号化部2110、残差符号化部120、及び合成部2130を有する。また、図9に示すように、残差符号化部120は、分離パラメータ設定部121、符号化部122、補助情報符号化部123、補助情報符号表選択部124、及び補助情報符号表格納部125を有する。また、分離パラメータ設定部121は、パラメータ演算部121a、及び量子化部121bを有し、符号化部122は、分離演算部122a、合成部2122c、商符号化部122b、商符号表選択部122d、及び商符号表格納部122eを有する。

20

【0093】

また、図10に示すように、本形態の復号装置200は、分離部2210、残差復号部220、及び予測復号部2230を有する。また、図11に示すように、残差復号部220は、復号部221、補助情報復号部222、補助情報符号表選択部223、及び補助情報符号表格納部224を有する。また、復号部221は、分離部2221a、合成演算部2221b、商復号部221c、及び商符号表格納部221eを有する。

30

【0094】

なお、本形態の符号化装置100や復号装置200は、例えば、CPU (central processing unit)、RAM (random-access memory)、ROM (read-only memory)等を備えた公知のコンピュータ又は専用コンピュータに所定のプログラムが読み込まれ、CPUがそれを実行することによって構成される特別な装置である。すなわち、フレームバッファ2111、及び商符号表格納部122e、221eは、例えば、RAM、キャッシュメモリ、レジスタ等のメモリであり、その他の各処理部は、例えば、CPUが所定のプログラムを実行することで構築される処理部である。また、これらの処理部の少なくとも一部が集積回路等の電子回路であってもよい。さらに、必要に応じ、符号化装置100や復号装置200に、各処理部の処理によって出力されたデータを格納し、各処理部の別の処理時にデータが読み出される一時メモリを設けてもよい。また、このような各処理部の実現方法は、以下の各実施形態やその変形例でも同様である。

40

【0095】

<事前処理>

図12Aは、残差符号化部120の商符号表格納部122e及び残差復号部220の商符号表格納部221eに格納される商符号表T1[h,s]と分離パラメータs及び商符号表インデックスhとの対応関係を例示するための対応表である。また、図12Bは、図12Aに例示した各商符号表T1[h,s]が選択される頻度と分離パラメータs及び商符号表インデックスhとの関係を例示するための図である。図13Aは、残差符号化部120の商符号表格納部122e及び残差復号部220の商符号表格納部221eに格納される商符号表T2[h,s]と分離パラメータs及び商符号表インデックスhとの対応関係を例示するための対応表

50

である。また、図 1 3 B は、図 1 3 A に例示した各商符号表 $T2[h,s]$ が選択される頻度と分離パラメータ s 及び商符号表インデックス h との関係を例示するための図である。なお、図 1 2 B 及び図 1 3 B における" I "は選択される頻度が最も高いことを示し、" II "はその次に選択される頻度が高いことを示し、" III "はそれよりも選択される頻度が低いことを示している。図 1 4 A は、図 1 2 A の対応表の商符号表 $T1[h,s]$ を例示するための図である。また、図 1 4 B は、図 1 3 A の対応表の商符号表 $T2[h,s]$ を例示するための図である。これらの商符号表では、符号化対象である入力値と、それに対応する符号と、その符号のビット長とが対応付けられている。図 1 5 A は、残差符号化部 1 2 0 の補助情報符号表格納部 1 2 5 及び残差復号部 2 2 0 の補助情報符号表格納部 2 2 4 に格納された補助情報符号表 $Tc[1]$ を例示するための図である。図 1 5 B は、残差符号化部 1 2 0 の補助情報符号表格納部 1 2 5 及び残差復号部 2 2 0 の補助情報符号表格納部 2 2 4 に格納された補助情報符号表 $Tc[2]$ を例示するための図である。これらの補助情報符号表では、符号化対象である入力値と、それに対応する符号とが対応付けられている。以下、これらの図を用いて本形態の事前処理を説明する。

10

【 0 0 9 6 】

[商符号表]

本形態では、符号化処理や復号処理の事前処理として、予測利得 pg に応じた複数の商符号表の集合が設定される。商符号表の集合は、それぞれ、商 $q(n)$ を符号化するための複数の商符号表を具備する。各商符号表の集合は、それぞれ或る範囲の予測利得に対応し、本形態の符号化処理や復号処理では、時系列信号 $x(n)$ に対する予測利得 pg に応じた商符号表の集合から、商 $q(n)$ を符号化するための商符号表を選択する。本形態の例では、予め定められた閾値 th 未満の予測利得 pg に対応する商符号表の集合 $T1$ (図 1 2 A) と、閾値 th 以上の予測利得 pg に対応する商符号表の集合 $T2$ (図 1 3 A) とが設定される。

20

【 0 0 9 7 】

商符号表の集合 $T1$ に属する各商符号表 $T1[h,s]$ と、商符号表の集合 $T2$ に属する各商符号表 $T2[h,s]$ とは、それぞれ、残差符号化部 1 2 0 (図 9) の商符号表格納部 1 2 2 e 及び残差復号部 2 2 0 (図 1 1) の商符号表格納部 2 2 1 e に格納される。

【 0 0 9 8 】

商符号表 $T1[h,s]$ は各分離パラメータ s に対して $M(s)$ ($M(s)$ は 1 以上の整数) 個ずつ設定され、各商符号表 $T1[h,s]$ にはそれぞれを特定するための商符号表インデックス h が付される。商符号表インデックス h は商符号表 $T1[h,s]$ ごとに異なるものであってもよいが、本形態の商符号表 $T1[h,s]$ は分離パラメータ s ごとに設定されるため、分離パラメータ s が同一の異なる商符号表 $T1[h,s]$ に対して異なる商符号表インデックス h を割り当てれば足りる。そのため、本形態では、分離パラメータ s と商符号表インデックス h との組み合わせで各商符号表 $T1[h,s]$ が特定されるものとする。図 1 2 A は、 $M(s)=5$ の場合の例であり、各分離パラメータ s に対して 5 個ずつの商符号表 $T1[h,s]$ (商符号表インデックス $h=0 \sim 4$) が設定されている。各商符号表 $T1[h,s]$ は、分離パラメータ s と商符号表インデックス h との組に対応付けられ、分離パラメータ s と商符号表インデックス h の組を指定することによって 1 つの商符号表 $T1[h,s]$ が特定される。なお、商符号表格納部 1 2 2 e において分離パラメータ s と商符号表インデックス h との組によって特定される商符号表 $T1[h,s]$ は、商符号表格納部 2 2 1 e において当該分離パラメータ s と商符号表インデックス h との組によって特定される商符号表 $T1[h,s]$ と同一である。以上のことは、商符号表の集合 $T2$ に属する各商符号表 $T2[h,s]$ (図 1 3 A) についても同様である。

30

40

【 0 0 9 9 】

また、本形態の商符号表インデックス h は、それに対応する商符号表 $T1[h,s]$ や $T2[h,s]$ がアルファ符号化と同一の可変長符号化を行うための符号表に近いほど値が小さくなり、アルファ符号化と同一の可変長符号化を行うための符号表から遠いほど値が大きくなるものとする。なお、ここで説明する商符号表インデックス h の大小と商符号表 $T1[h,s]$ や $T2[h,s]$ との対応関係は一例であり、アルファ符号化と同一の可変長符号化を行うための符号表に近い商符号表 $T1[h,s]$ や $T2[h,s]$ ほど、大きな値の商符号表インデックス h が割り当て

50

もよいし、特定の値に近い商符号表インデックス h が割り当てられてもよい。また、本形態では、分離パラメータ s が大きくなるほど前述の法数が大きくなる。

【0100】

また、商符号表格納部122eや商符号表格納部221eに格納される商符号表 $T1[h,s]$ 及び $T2[h,s]$ の一例は、ハフマン符号化のためのハフマン表であり、これにはアルファ符号化と同一の符号化を行うためのハフマン表が含まれてもよい。例えば、図14Bに例示した商符号表 $T2[0,2]$ は、アルファ符号と同一の符号化を行うためのハフマン表であり、図14Aに例示した商符号表 $T1[1,0]$ は、アルファ符号と異なるハフマン符号化を行うためのハフマン表である。

【0101】

[補助情報符号表]

本形態の符号化装置100は、最適な分離パラメータ s と商符号表とを選択して、予測残差 $e(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)の符号化を行う。そのため、符号化装置100は、選択された分離パラメータ s 及び商符号表を特定する商符号表インデックス h を含む補助情報 $[h,s]$ を符号化し、その符号を復号装置200に渡す必要がある。ここで、選択される分離パラメータ s と商符号表インデックス h との頻度分布には前述したような偏りがある。また、選択される分離パラメータ s や商符号表インデックス h の頻度分布は、予測利得 pg と相関関係がある([性質1]~[性質7])。本形態では、これらの性質を利用し、予測利得 pg に応じた補助情報符号表を用いて補助情報 $[h,s]$ を可変長符号化することで符号化圧縮率を向上させる。

【0102】

そのために、本形態の事前処理では、予測利得 pg に応じた複数の補助情報符号表を含む集合を設定し、残差符号化部120の補助情報符号表格納部125及び残差復号部220の補助情報符号表格納部224に格納しておく。各補助情報符号表は、それぞれ或る範囲の予測利得に対応し、後述する本形態の符号化処理や復号処理では、時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)に対する予測利得 pg に応じた補助情報符号表を用い、補助情報 $[h,s]$ を可変長符号化する。本形態の例では、予め定められた閾値 th 未満の予測利得に対応する補助情報符号表 $Tc[1]$ (図15A)と、閾値 th 以上の予測利得に対応する補助情報符号表 $Tc[2]$ (図15B)とが設定される。

【0103】

すなわち、図12B及び図13Bに例示するように、予測利得 pg に応じ、選択される商符号表に対応する補助情報 $[h,s]$ の頻度分布は相違する。このような頻度分布は事前学習され、予測利得 pg が閾値 th 未満である場合の補助情報 $[h,s]$ を符号化するために最適な補助情報符号表 $Tc[1]$ と、予測利得 pg が閾値 th 以上である場合の補助情報 $[h,s]$ を符号化するために最適な補助情報符号表 $Tc[2]$ とが設定される。図15の例では、補助情報 $[h,s]$ とそれに割り当てられた符号とが一対一に対応付けられている。

【0104】

なお、補助情報 $[h,s]$ を符号化するための最適な補助情報符号表とは、選択される頻度が高い商符号表 $T1[h,s]$ や $T2[h,s]$ を特定する補助情報 $[h,s]$ ほど短い符号長の符号を割り当て、選択される頻度が低い商符号表 $T1[h,s]$ や $T2[h,s]$ を特定する補助情報 $[h,s]$ ほど長い符号長の符号を割り当てる符号表である。前述の[特徴2][特徴5]より、予測利得 pg に応じた最適な補助情報符号表は、以下のような2つの特徴を備える符号表となる。

【0105】

[補助情報符号表の特徴1]

予測利得 pg が第1値である場合に選択される補助情報符号表を第1補助情報符号表とし、予測利得 pg が第1値よりも大きな第2値である場合に選択される補助情報符号表を第2補助情報符号表とした場合、第1補助情報符号表において最も符号長の短い符号に対応付けられている補助情報に対応する分離パラメータの振幅が、第2補助情報符号表において最も符号長の短い符号に対応付けられている補助情報に対応する分離パラメータの振幅以下となる。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 6 】

例えば、図 1 5 A に示す補助情報符号表 $Tc[1]$ が第 1 補助情報符号表であり、図 1 5 B に示す補助情報符号表 $Tc[2]$ が第 2 補助情報符号表であるとする、補助情報符号表 $Tc[1]$ において最も符号長の短い符号に対応付けられている補助情報 $[1,0]$ に対応する分離パラメータ $s=0$ の振幅は、補助情報符号表 $Tc[2]$ において最も符号長の短い符号に対応付けられている補助情報 $[0,2]$ に対応する分離パラメータ $s=2$ の振幅以下となる。

【 0 1 0 7 】

[補助情報符号表の特徴 2]

予測利得 pg が第 1 値である場合に選択される補助情報符号表を第 1 補助情報符号表とし、予測利得 pg が 1 値よりも大きな第 2 値である場合に選択される補助情報符号表を第 2 補助情報符号表とした場合、第 2 補助情報符号表において最も符号長の短い符号に対応付けられている補助情報に対応する商符号表インデックスが特定する商符号表は、第 1 補助情報符号表において最も符号長の短い符号に対応付けられている補助情報に対応する商符号表インデックスが特定する商符号表よりも、アルファ符号化を行うためのアルファ符号表に近い。

10

【 0 1 0 8 】

例えば、図 1 5 A に示す補助情報符号表 $Tc[1]$ が第 1 補助情報符号表であり、図 1 5 B に示す補助情報符号表 $Tc[2]$ が第 2 補助情報符号表であるとする、補助情報符号表 $Tc[2]$ において最も符号長の短い符号に対応付けられている補助情報 $[0,2]$ に対応する商符号表 $T2[0,2]$ (図 1 4 B) は、補助情報符号表 $Tc[1]$ において最も符号長の短い符号に対応付けられている補助情報 $[1,0]$ に対応する商符号表 $T1[1,0]$ (図 1 4 A) よりも、アルファ符号化を行うためのアルファ符号表に近い。なお、商符号表とアルファ符号表との距離は、例えば、前述の式(20)で定義される。

20

【 0 1 0 9 】

< 符号化方法 >

図 1 6 は、第 1 実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャートである。また、図 1 7 A は、図 1 6 のステップ S 2 0 の詳細を例示するためのフローチャートであり、図 1 7 B は、図 1 6 のステップ S 3 0 の詳細を例示するためのフローチャートである。また、図 1 8 A は、図 1 6 のステップ S 4 0 の詳細を例示するためのフローチャートであり、図 1 8 B は、図 1 6 のステップ S 7 0 の詳細を例示するためのフローチャートである。以下、これらの図を用いて本形態の符号化方法を説明する。

30

【 0 1 1 0 】

符号化装置 1 0 0 (図 8) の予測符号化部 2 1 1 0 には、標本化・量子化された PCM 形式の時系列信号 $x(n)$ が入力される。これらの時系列信号 $x(n)$ は、線形量子化(「一様量子化」と呼ぶ場合もある)されたものであってもよいし、圧伸量子化(例えば、ITU-T Recommendation G.711, "Pulse Code Modulation (PCM) of Voice Frequencies" 参照)のような非線形量子化(「非一様量子化」と呼ぶ場合もある)されたものであってもよい。また、時系列信号 $x(n)$ が PCM 形式の信号ではなく、量子化されていない信号であってよい。予測符号化部 2 1 1 0 は、前述したようにフレームごとに時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) を線形予測分析し、その線形予測分析結果に基づいて、量子化 PARCOR 係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$) に対応する係数符号 C_k と予測残差 $e(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) とを生成して出力する(ステップ S 1 0)。なお、予測符号化部 2 1 1 0 は、入力された時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) をそのまま線形予測分析する構成であってよいし、非線形量子化されて入力された時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) を線形量子化や他の非線形量子化にマッピングしてから線形予測分析を行う構成であってよい。

40

【 0 1 1 1 】

予測符号化部 2 1 1 0 から出力された予測残差 $e(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) は残差符号化部 1 2 0 に入力される。なお、残差符号化部 1 2 0 に入力される予測残差 $e(n)$ は整数表現された値であり、例えば $-(2^8-1)$ から $+(2^8-1)$ までの整数である。

【 0 1 1 2 】

50

残差符号化部 1 2 0 (図 9) に入力された予測残差 $e(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) は分離パラメータ設定部 1 2 1 に送られ、分離パラメータ設定部 1 2 1 は、予測残差 $e(n)$ の大きさに依存する整数の分離パラメータ s をフレームごとに設定する (ステップ S 2 0) 。

【 0 1 1 3 】

[ステップ S 2 0 の詳細の例]

本形態では、まず、分離パラメータ設定部 1 2 1 のパラメータ演算部 1 2 1 a が以下の式に従って、予測残差 $e(n)$ の大きさの増加に応じて単調増加する連続量パラメータ s' をフレームごとに算出して出力する (ステップ S 2 1) 。

【 0 1 1 4 】

【 数 6 】

$$s' = \log_2 \{ \ln 2 \cdot (2 \cdot D / N) \}$$

$$D = \sum_{n=0}^{N-1} |e(n)| \quad \dots (21)$$

連続量パラメータ s' は量子化部 1 2 1 b に入力され、量子化部 1 2 1 b は連続量パラメータ s' を整数値に量子化した分離パラメータ s を生成して出力する (ステップ S 2 2) 。なお、この量子化は、例えば、連続量パラメータ s' の小数点以下を四捨五入した整数を分離パラメータ s とするものであってもよいし、 $s - s' < s+1$ の範囲にある連続量パラメータ s' を整数である分離パラメータ s に写像する処理であってもよい ([ステップ S 2 0 の詳細の例] の説明終わり) 。

【 0 1 1 5 】

次に、符号化部 1 2 2 (図 9) の分離演算部 1 2 2 a に、残差符号化部 1 2 0 に入力された予測残差 $e(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) と、分離パラメータ設定部 1 2 1 から出力された分離パラメータ s とが入力される。なお、この分離パラメータ s は、入力された予測残差 $e(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) のフレームに対して設定されたものである。分離演算部 1 2 2 a は、これらを用い、予測残差 $e(n)$ 又はその絶対値の増加に応じて単調増加する 0 以上の整数を被除数とし、分離パラメータ s に依存する整数を法数とした除算によって得られる整数の商 $q(n)$ と、その剰余を特定するための情報 $sub(n)$ と、を生成する (ステップ S 3 0) 。なお、剰余を特定するための情報 $sub(n)$ は、nullを含む概念である。

【 0 1 1 6 】

[ステップ S 3 0 の詳細の例]

図 1 7 B に例示するように、まず、分離演算部 1 2 2 a は、入力された分離パラメータ s が 0 であるか否かを判定する (ステップ S 3 1) 。ここで、 $s=0$ でなかった場合、分離演算部 1 2 2 a は、入力された予測残差 $e(n)$ が 0 以上であるか否かを判定し (ステップ S 3 2 a) 、 $e(n) > 0$ であると判定された場合、前述の式(5)に従って整数の商 $q(n)$ を生成し (ステップ S 3 3 a) 、前述の式(9)に従って剰余を特定するための情報 $sub(n)$ を生成して出力する (ステップ S 3 4 a) 。なお、式(5)における「 2^{s-1} 」が「分離パラメータ s に依存する整数 (法数) 」に相当する。一方、ステップ S 3 2 a で $e(n) < 0$ でないと判定された場合、分離演算部 1 2 2 a は、前述の式(6)に従って整数の商 $q(n)$ を生成し (ステップ S 3 3 b) 、前述の式(10)に従って剰余を特定するための情報 $sub(n)$ を生成して出力する (ステップ S 3 4 b) 。なお、式(6)における「 $(-e(n)-1)$ 」が「予測残差 $e(n)$ の絶対値の増加に応じて単調増加する 0 以上の整数 (被除数) 」に相当し、「 2^{s-1} 」が「分離パラメータ s に依存する整数 (法数) 」に相当する。

【 0 1 1 7 】

一方、ステップ S 3 1 で $s=0$ であると判定された場合、分離演算部 1 2 2 a は、入力された予測残差 $e(n)$ が 0 以上であるか否かを判定し (ステップ S 3 2 b) 、 $e(n) > 0$ であると判定された場合、前述の式(7)に従って商 $q(n)$ を生成し (ステップ S 3 3 c) 、 $sub(n)$ をnullとして出力する (ステップ S 3 4 c) 。なお、式(7)の「 $q(n)=2 \cdot e(n)= 2 \cdot e(n)/2$

10

20

30

40

50

s ($s=0$)」における「 $2 \cdot e(n)$ 」が「予測残差 $e(n)$ の絶対値の増加に応じて単調増加する0以上の整数(被除数)」に相当し、「 $2^s=1$ ($s=0$)」が「分離パラメータ s に依存する整数(法数)」に相当する。

【0118】

一方、ステップS32bで $e(n) \neq 0$ と判定された場合、分離演算部122aは、前述の式(8)に従って商 $q(n)$ を生成し(ステップS33d)、 $sub(n)$ をnullとして出力する(ステップS34c)。なお、式(8)の「 $q(n) = -2 \cdot e(n) - 1 = (-2 \cdot e(n) - 1) / 2^s$ ($s=0$)」における「 $-2 \cdot e(n) - 1$ 」が「予測残差 $e(n)$ の絶対値の増加に応じて単調増加する0以上の整数(被除数)」に相当し、「 $2^s=1$ ($s=0$)」が「分離パラメータ s に依存する整数(法数)」に相当する([ステップS30の詳細の例]の説明終わり)。

10

【0119】

次に、分離演算部122aから出力された商 $q(n)$ と、分離パラメータ設定部121から出力された分離パラメータ s と、量子化部2113から出力された量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$)とが商符号表選択部122dに入力される。商符号表選択部122dは、これらの情報を用い、商符号表格納部122eに格納された、商 $q(n)$ を可変長符号化するための符号表である商符号表の集合T1及びT2から、予測利得 pg に応じた商符号表をフレームごとに選択する(ステップS40)。

【0120】

[ステップS40の詳細の例]

例S40-1

20

図18Aに例示するように、まず、商符号表選択部122dは、入力された量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$)を逆量子化したPARCOR係数 $k'(m)$ ($m=1, \dots, M$)を用い、 $k(m)$ を $k'(m)$ とおいた式(19)に従って予測利得 pg を求める。なお、 M は線形予測分析部2112で行われた線形予測分析の予測次数である。予測次数 M が固定でない場合、商符号表選択部122dは、線形予測分析部2112から出力された予測次数 M を用いる。また、逆量子化とは、量子化値をその量子化値に対応する量子化前の何れかの値にマッピングする処理を意味する。例えば、 $k(m) < 2$ のPARCOR係数 $k(m)$ を量子化した値が量子化PARCOR係数 $i(m)$ である場合、量子化PARCOR係数 $i(m)$ を逆量子化したPARCOR係数 $k'(m)$ の例は1と2の平均値である。次に、商符号表選択部122dは、予測利得 pg が予め定められた閾値 th 以上であるか否かを判定する(ステップS41)。

30

【0121】

ここで、 $pg \geq th$ であると判定された場合、商符号表選択部122dは、商符号表格納部122eに格納された商符号表の集合T2から商符号表 $T2[h, s]$ を選択する(ステップS42a)。例えば、商符号表選択部122dは、商符号表格納部122eを参照し、入力された分離パラメータ s に対応する商符号表 $T2[h, s]$ ごとに1フレーム分の各商 $q(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)にそれぞれ対応する符号のビット数の総和を求め、その総和が最小となる商符号表 $T2[h, s]$ を選択する。例えば、図13Aの例において $s=2$ であった場合、商符号表選択部122dは、商符号表 $T2[0, 2], T2[1, 2], T2[2, 2], T2[3, 2], T2[4, 2]$ それぞれについて、1フレーム分の各商 $q(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)にそれぞれ対応する符号のビット数の総和を求め、その総和が最小となる符号表を商符号表 $T2[0, 2], T2[1, 2], T2[2, 2], T2[3, 2], T2[4, 2]$ から選択する。商符号表選択部122dは、フレームごとに選択した商符号表 $T2[h, s]$ を特定するための商符号表インデックス h と入力された分離パラメータ s とを含む補助情報 $[h, s]$ を出力する。補助情報 $[h, s]$ は、商符号表インデックス h と分離パラメータ s とのみからなる情報であってもよいし、これにヘッダ等の付加情報 add が追加された情報($[h, s, add]$)であってもよい。

40

【0122】

一方、 $pg < th$ であると判定された場合、商符号表選択部122dは、商符号表格納部122eに格納された商符号表の集合T1から商符号表 $T1[h, s]$ を選択する(ステップS42b)。例えば、商符号表選択部122dは、商符号表格納部122eを参照し、入力された分離パラメータ s に対応する商符号表 $T1[h, s]$ ごとに1フレーム分の各商 $q(n)$ にそれぞ

50

れ対応する符号のビット数の総和を求め、その総和が最小となる商符号表 $T1[h, s]$ を選択する。例えば、図 1 2 A の例において $s=2$ であった場合、商符号表選択部 1 2 2 d は、商符号表 $T1[0, 2], T1[1, 2], T1[2, 2], T1[3, 2], T1[4, 2]$ それぞれについて、1 フレーム分の各商 $q(n)$ にそれぞれ対応する符号のビット数の総和を求め、その総和が最小となる符号表を商符号表 $T1[0, 2], T1[1, 2], T1[2, 2], T1[3, 2], T1[4, 2]$ から選択する。商符号表選択部 1 2 2 d は、フレームごとに選択した商符号表 $T1[h, s]$ を特定するための商符号表インデックス h と入力された分離パラメータ s とを含む補助情報 $[h, s]$ を出力する。補助情報 $[h, s]$ は、商符号表インデックス h と分離パラメータ s とのみからなる情報であってもよいし、これにヘッダ等の付加情報 add が追加された情報 $([h, s, add])$ であってもよい。

【 0 1 2 3 】

10

例S40-2

例S40-1では、予測利得 pg そのものを指標として商符号表の集合を選択し、そこから予測利得に応じた商符号表を選択することにした。しかし、時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)を予測分析して得られた予測フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を指標として商符号表の集合を選択し、そこから予測利得に応じた商符号表を選択してもよい。

【 0 1 2 4 】

この場合、商符号表選択部 1 2 2 d は、例えば、入力された量子化PARCOR係数 $i(1)$ が予め定められた閾値 th 以上であるか否かを判定する(ステップS 4 1)。ここで、 $i(1) \geq th$ であると判定された場合、商符号表選択部 1 2 2 d は、商符号表格納部 1 2 2 e に格納された商符号表の集合 $T2$ から商符号表 $T2[h, s]$ を選択する(ステップS 4 2 a)。一方、 $i(1) < th$ であると判定された場合、商符号表選択部 1 2 2 d は、商符号表格納部 1 2 2 e に格納された商符号表の集合 $T1$ から商符号表 $T1[h, s]$ を選択する(ステップS 4 2 b)。その他はS40-1と同様である。

20

【 0 1 2 5 】

また、量子化PARCOR係数 $i(1)$ の代わりに、量子化PARCOR係数 $i(1)$ を逆量子化したPARCOR係数 $k'(1)$ や、線形予測係数変換部 2 1 1 5 から出力された線形予測係数 $k(1)$ を指標として利用してもよい。すなわち、ステップS 4 1において、量子化PARCOR係数 $i(1)$ が予め定められた閾値 th 以上であるか否かを判定する代わりに、量子化PARCOR係数 $i(1)$ を逆量子化したPARCOR係数 $k(1)$ や線形予測係数 $k(1)$ が閾値 th 以上であるか否かを判定することにしてもよい。また、1 次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ 等ではなく、その他の次数のPARCOR係数等を用いてもよい([ステップS 4 0の詳細の例]の説明終わり)。

30

【 0 1 2 6 】

次に、商符号表選択部 1 2 2 d は、各フレームに対してステップS 4 0で選択した商符号表 $T1[h, s]$ 又は $T2[h, s]$ が属する集合 $T1$ 又は $T2$ を特定するパラメータ p と、選択した商符号表 $T1[h, s]$ 又は $T2[h, s]$ に対応する補助情報 $[h, s]$ とを商符号化部 1 2 2 b に送る。さらに商符号化部 1 2 2 b には、分離演算部 1 2 2 a から出力された当該フレームに対応する商 $q(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)が入力される。商符号化部 1 2 2 b は、これらを用いて商符号表格納部 1 2 2 e を検索し、パラメータ p と補助情報 $[h, s]$ とに対応する商符号表 $T1[h, s]$ 又は $T2[h, s]$ を抽出する。そして、商符号化部 1 2 2 b は、抽出した商符号表 $T1[h, s]$ 又は $T2[h, s]$ を用いて当該フレームの商 $q(n)$ を可変長符号化して商 $q(n)$ に対応する符号である情報 $prefix(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)を生成する(ステップS 5 0)。

40

【 0 1 2 7 】

商符号化部 1 2 2 b から出力された情報 $prefix(n)$ と、分離演算部 1 2 2 a から出力された情報 $sub(n)$ とは合成部 2 1 2 2 c に入力され、合成部 2 1 2 2 c は、情報 $prefix(n)$ と情報 $sub(n)$ とを用い、予測残差 $e(n)$ に対応する残差符号 C_e を出力する(ステップS 6 0)。例えば、合成部 2 1 2 2 c は、 $sub(n)$ がnullでない場合には、情報 $prefix(n)$ と情報 $sub(n)$ とを合成し、それらのビット結合値 $prefix(n) | sub(n)$ を残差符号 C_e として出力するステップを実行し、 $sub(n)$ がnullである場合には、情報 $prefix(n)$ を残差符号 C_e として出力するステップを実行する。また、合成部 2 1 2 2 c は、情報 $prefix(n)$ や情報 $sub(n)$ 以外のヘッダ等の付加情報を残差符号 C_e に含めてもよい。

50

【 0 1 2 8 】

次に、量子化部 2 1 1 3 から出力された量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$) が補助情報符号表選択部 1 2 4 に入力される。補助情報符号表選択部 1 2 4 は、この情報を用い、時系列信号 $x(n)$ の予測効果に応じた判断を行う判断基準（言い換えると、時系列信号 $x(n)$ の予測効果を表す指標に応じた情報を判定する判断基準）を使って、補助情報 $[h, s]$ を可変長符号化するための符号表である補助情報符号表 $Tc[1], Tc[2]$ を含む集合から、予測利得 p_g （時系列信号 $x(n)$ の予測効果を表す指標）に応じた補助情報符号表をフレームごとに選択し、選択した補助情報符号表を特定するパラメータ w を出力する（ステップ S 7 0）。

【 0 1 2 9 】

[ステップ S 7 0 の詳細の例]

例 S70-1

図 1 8 B に例示するように、まず、補助情報符号表選択部 1 2 4 は、入力された量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$) を逆量子化したPARCOR係数 $k'(m)$ ($m=1, \dots, M$) を用い、 $k(m)$ を $k'(m)$ とおいた式(19)に従って予測利得 p_g を求める。なお、 M は線形予測分析部 2 1 1 2 で行われた線形予測分析の予測次数であり、予測次数 M が固定でない場合、商符号表選択部 1 2 2 d は、線形予測分析部 2 1 1 2 から出力された予測次数 M を用いる。また、補助情報符号表選択部 1 2 4 が式(19)に従って予測利得 p_g を求めるのではなく、補助情報符号表選択部 1 2 4 が商符号表選択部 1 2 2 d で求められた予測利得 p_g を用いる構成でもよい。

【 0 1 3 0 】

次に、補助情報符号表選択部 1 2 4 は、予測利得 p_g が予め定められた閾値 th 以上であるか否かを判定する（ステップ S 7 1）。ここで、 $p_g \geq th$ であると判定された場合、補助情報符号表選択部 1 2 4 は、補助情報符号表格納部 1 2 5 に格納された補助情報符号表 $Tc[1], Tc[2]$ を含む集合から、補助情報符号表 $Tc[2]$ を選択する（ステップ S 7 2 a）。一方、 $p_g < th$ であると判定された場合、補助情報符号表選択部 1 2 4 は、補助情報符号表格納部 1 2 5 に格納された補助情報符号表 $Tc[1], Tc[2]$ を含む集合から、補助情報符号表 $Tc[1]$ を選択する（ステップ S 7 2 b）。そして、補助情報符号表選択部 1 2 4 は、選択した補助情報符号表を特定するパラメータ w を出力する。

【 0 1 3 1 】

例 S70-2

例 S70-1 では、予測利得 p_g そのものを指標とし、予測利得に応じた補助情報符号表を選択することにした。しかし、時系列信号 $x(n)$ を予測分析して得られた予測フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を指標とし、予測利得に応じた補助情報符号表を選択してもよい。

【 0 1 3 2 】

この場合、補助情報符号表選択部 1 2 4 は、例えば、入力された量子化PARCOR係数 $i(1)$ が予め定められた閾値 th 以上であるか否かを判定する（ステップ S 7 1）。ここで、 $i(1) \geq th$ であると判定された場合、補助情報符号表選択部 1 2 4 は、補助情報符号表格納部 1 2 5 に格納された補助情報符号表 $Tc[1], Tc[2]$ を含む集合から、補助情報符号表 $Tc[2]$ を選択する（ステップ S 7 2 a）。一方、 $i(1) < th$ であると判定された場合、補助情報符号表選択部 1 2 4 は、補助情報符号表格納部 1 2 5 に格納された補助情報符号表 $Tc[1], Tc[2]$ を含む集合から、補助情報符号表 $Tc[1]$ を選択する（ステップ S 7 2 b）。そして、補助情報符号表選択部 1 2 4 は、選択した補助情報符号表を特定するパラメータ w を出力する。

【 0 1 3 3 】

また、量子化PARCOR係数 $i(1)$ の代わりに、量子化PARCOR係数 $i(1)$ を逆量子化したPARCOR係数 $k'(1)$ や、線形予測係数変換部 2 1 1 5 から出力された線形予測係数 $k(1)$ を指標として利用してもよい。すなわち、ステップ S 7 1 において、量子化PARCOR係数 $i(1)$ が予め定められた閾値 th 以上であるか否かを判定する代わりに、量子化PARCOR係数 $i(1)$ を逆量子化したPARCOR係数 $k'(1)$ や線形予測係数 $k(1)$ が閾値 th 以上であるか否かを判定することにしてよい。また、1 次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ 等ではなく、その他の次数のPARCOR係数等

10

20

30

40

50

を用いてもよい（[ステップS70の詳細の例]の説明終わり）。

【0134】

次に、商符号表選択部122dから出力された補助情報[h,s]と補助情報符号表選択部124から出力されたパラメータwとが補助情報符号化部123に入力される。補助情報符号化部123は、パラメータwによって特定される補助情報符号表Tc[1]又はTc[2]を補助情報符号表格納部125から抽出する。そして、情報符号化部123は、抽出した補助情報符号表Tc[1]又はTc[2]を用い、補助情報[h,s]ごとに当該補助情報[h,s]を可変長符号化し、補助情報[h,s]に対応する補助符号 C_c を生成する（ステップS80）。

【0135】

以上のように生成されたPARCOR係数に対応する係数符号 C_k と予測残差 $e(n)$ に対応する残差符号 C_e と補助情報[h,s]に対応する補助符号 C_c とは、合成部2130（図8）に入力され、合成部2130は、これらを合成した符号 C_g を生成して出力する（ステップS90）。

【0136】

<復号方法>

図19は、第1実施形態の復号方法を説明するためのフローチャートである。また、図20Aは、図19のステップS130の詳細を例示するためのフローチャートであり、図20Bは、ステップS160の詳細を例示するためのフローチャートである。また、図21は、図19のステップS170の詳細を例示するためのフローチャートである。以下、これらの図を用いて本形態の復号方法を説明する。

【0137】

復号装置200（図10）の分離部2210は、復号装置200に入力された符号 C_g を分離し、係数符号 C_k と、予測残差 $e(n)$ に対応する残差符号 C_e と、補助情報[h,s]に対応する補助符号 C_c とを生成する（ステップS110）。

【0138】

分離部2210から出力された係数符号 C_k は予測復号部2230に入力される。予測復号部2230の係数復号部2231は、係数符号 C_k を復号し、量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$)を生成する（ステップS120）。

【0139】

生成された量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$)は、予測復号部220（図11）の補助情報符号表選択部223に入力される。補助情報符号表選択部223は、量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$)を用い、時系列信号 $x(n)$ の予測効果に応じた判断を行う判断基準（言い換えると、時系列信号 $x(n)$ の予測効果を表す指標に応じた情報を判定する判断基準）を使って、補助情報[h,s]に対応する補助符号 C_c を復号するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、予測利得 pg （時系列信号 $x(n)$ の予測効果を表す指標）に応じた補助情報符号表を選択し、選択した補助情報符号表を特定するパラメータ w を出力する（ステップS130）。

【0140】

[ステップS130の詳細の例]

例S130-1

図20Aに例示するように、まず、補助情報符号表選択部223は、入力された量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$)を逆量子化したPARCOR係数 $k'(m)$ ($m=1, \dots, M$)を用い、 $k(m)$ を $k'(m)$ とおいた式(19)に従って予測利得 pg を求める。なお、予測次数 M が固定でない場合、補助情報符号表選択部223は、入力された量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$)の最高次数 M を用いる。

【0141】

次に、補助情報符号表選択部223は、予測利得 pg が予め定められた閾値 th 以上であるか否かを判定する（ステップS131）。ここで、 $pg \geq th$ であると判定された場合、補助情報符号表選択部223は、補助情報符号表格納部224に格納された補助情報符号表Tc[1], Tc[2]を含む集合から、補助情報符号表Tc[2]を選択する（ステップS132a）。一

10

20

30

40

50

方、 $pg < th$ であると判定された場合、補助情報符号表選択部 2 2 3 は、補助情報符号表格納部 2 2 4 に格納された補助情報符号表 $Tc[1], Tc[2]$ を含む集合から、補助情報符号表 $Tc[1]$ を選択する(ステップ S 1 3 2 b)。そして、補助情報符号表選択部 2 2 3 は、選択した補助情報符号表を特定するパラメータ w を出力する。

【 0 1 4 2 】

例S130-2

例S130-1では、予測利得 pg そのものを指標とし、予測利得に応じた補助情報符号表を選択することにした。しかし、時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)を予測分析して得られた予測フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を指標とし、予測利得に応じた補助情報符号表を選択してもよい。

【 0 1 4 3 】

この場合、補助情報符号表選択部 2 2 3 は、例えば、入力された量子化PARCOR係数 $i(1)$ が予め定められた閾値 th 以上であるか否かを判定する(ステップ S 1 3 1)。ここで、 $i(1) > th$ であると判定された場合、補助情報符号表選択部 2 2 3 は、補助情報符号表格納部 2 2 4 に格納された補助情報符号表 $Tc[1], Tc[2]$ を含む集合から、補助情報符号表 $Tc[2]$ を選択する(ステップ S 1 3 2 a)。一方、 $i(1) < th$ であると判定された場合、補助情報符号表選択部 2 2 3 は、補助情報符号表格納部 2 2 4 に格納された補助情報符号表 $Tc[1], Tc[2]$ を含む集合から、補助情報符号表 $Tc[1]$ を選択する(ステップ S 1 3 2 b)。そして、補助情報符号表選択部 2 2 3 は、選択した補助情報符号表を特定するパラメータ w を出力する。

【 0 1 4 4 】

また、量子化PARCOR係数 $i(1)$ の代わりに、量子化PARCOR係数 $i(1)$ を逆量子化したPARCOR係数 $k'(1)$ を指標として利用してもよい。また、係数復号部 2 2 3 1 から出力された量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$)を線形予測係数変換部 2 2 3 2 で線形予測係数 $\hat{a}(m)$ ($m=1, \dots, M$)に変換し、それによって得られた線形予測係数 $\hat{a}(m)$ を量子化PARCOR係数 $i(1)$ の代わりに指標として利用してもよい。すなわち、ステップ S 1 3 1において、量子化PARCOR係数 $i(1)$ が予め定められた閾値 th 以上であるか否かを判定する代わりに、量子化PARCOR係数 $i(1)$ を逆量子化したPARCOR係数 $k'(1)$ や線形予測係数 $\hat{a}(m)$ が閾値 th 以上であるか否かを判定することにしてもよい。また、1次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ 等ではなく、その他の次数の量子化PARCOR係数等を用いてもよい([ステップ S 1 3 0の詳細の例]の説明終わり)。

【 0 1 4 5 】

次に、補助情報 $[h, s]$ に対応する補助符号 C_e とステップ S 1 3 0で選択された補助情報符号表を特定するパラメータ w とが、補助情報復号部 2 2 2に入力される。補助情報復号部 2 2 2は、パラメータ w によって特定される補助情報符号表 $Tc[1]$ 又は $Tc[2]$ を補助情報符号表格納部 2 2 4から抽出する。そして、補助情報復号部 2 2 2は、抽出した補助情報符号表 $Tc[1]$ 又は $Tc[2]$ を用い、補助情報 $[h, s]$ に対応する補助符号 C_e を復号し、分離パラメータ s と商符号表インデックス h との組を含む補助情報 $[h, s]$ を生成する(ステップ S 1 4 0)。

【 0 1 4 6 】

また、予測残差 $e(n)$ に対応する残差符号 C_e が残差復号部 2 2 0(図 1 1)の分離部 2 2 2 1 aに入力される。分離部 2 2 2 1 aは、入力された残差符号 C_e を分離し、情報prefix (n) と、情報sub (n) とを生成する(ステップ S 1 5 0)。

【 0 1 4 7 】

補助情報復号部 2 2 2から出力された補助情報 $[h, s]$ と、分離部 2 2 2 1 aから出力された情報prefix (n) と、係数復号部 2 2 3 1から出力された量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$)とは、商復号部 2 2 1 cに入力される。商復号部 2 2 1 cは、これらによって特定される予測利得 pg 及び補助情報 $[h, s]$ に対応する各フレームの商符号表を用い、情報prefix (n) を復号して商 $q(n)$ を求め、出力する(ステップ S 1 6 0)。

【 0 1 4 8 】

10

20

30

40

50

[ステップ S 1 6 0 の詳細の例]

例S160-1

図 2 0 B に例示するように、まず、商復号部 2 2 1 c は、入力された量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$) を逆量子化したPARCOR係数 $k'(m)$ ($m=1, \dots, M$) を用い、 $k(m)$ を $k'(m)$ とおいた式 (19) に従って予測利得 pg を求める。なお、商復号部 2 2 1 c が式 (19) に従って予測利得 pg を求めるのではなく、商復号部 2 2 1 c が補助情報符号表選択部 2 2 3 で求められた予測利得 pg を用いる構成でもよい。次に、商復号部 2 2 1 c は、予測利得 pg が予め定められた閾値 th 以上であるか否かを判定する (ステップ S 1 6 1)。ここで、 $pg \geq th$ であると判定された場合、商復号部 2 2 1 c は、商符号表格納部 2 2 1 e に格納された商符号表の集合 T2 から補助情報 $[h, s]$ に対応する商符号表 T2 $[h, s]$ を選択する (ステップ S 1 6 2 a)。一方、 $pg < th$ であると判定された場合、商復号部 2 2 1 c は、商符号表格納部 2 2 1 e に格納された商符号表の集合 T1 から補助情報 $[h, s]$ に対応する商符号表 T1 $[h, s]$ を選択する (ステップ S 1 6 2 b)。

10

【 0 1 4 9 】

次に、商復号部 2 2 1 c は、選択した商符号表を用い、情報 $prefix(n)$ を復号して商 $q(n)$ を求める (ステップ S 1 6 3)。

【 0 1 5 0 】

例S160-2

例S160-1では、予測利得 pg そのものを指標として商符号表の集合を選択し、そこから予測利得に応じた商符号表を選択することにした。しかし、時系列信号 $x(n)$ を予測分析して得られた予測フィルタの係数又は当該係数に変換可能な係数を指標として商符号表の集合を選択し、そこから予測利得 pg に応じた商符号表を選択してもよい。

20

【 0 1 5 1 】

この場合、商復号部 2 2 1 c は、例えば、入力された量子化PARCOR係数 $i(1)$ が予め定められた閾値 th 以上であるか否かを判定する (ステップ S 1 6 1)。ここで、 $i(1) \geq th$ であると判定された場合、商復号部 2 2 1 c は、商符号表格納部 2 2 1 e に格納された商符号表の集合 T2 から補助情報 $[h, s]$ に対応する商符号表 T2 $[h, s]$ を選択する (ステップ S 1 6 2 a)。一方、 $i(1) < th$ であると判定された場合、商復号部 2 2 1 c は、商符号表格納部 2 2 1 e に格納された商符号表の集合 T1 から補助情報 $[h, s]$ に対応する商符号表 T1 $[h, s]$ を選択する (ステップ S 1 6 2 b)。そして、商復号部 2 2 1 c は、選択した商符号表を用い、情報 $prefix(n)$ を復号して商 $q(n)$ を求める (ステップ S 1 6 3)。

30

【 0 1 5 2 】

また、量子化PARCOR係数 $i(1)$ の代わりに、量子化PARCOR係数 $i(1)$ を逆量子化したPARCOR係数 $k'(1)$ を指標として利用してもよい。また、係数復号部 2 2 3 1 から出力された量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$) を線形予測係数変換部 2 2 3 2 で線形予測係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$) に変換し、それによって得られた線形予測係数 $i(1)$ を量子化PARCOR係数 $i(1)$ の代わりに指標として利用してもよい。すなわち、ステップ S 1 6 1 において、量子化PARCOR係数 $i(1)$ が予め定められた閾値 th 以上であるか否かを判定する代わりに、量子化PARCOR係数 $i(1)$ を逆量子化したPARCOR係数 $k'(1)$ や線形予測係数 $i(1)$ が閾値 th 以上であるか否かを判定することにしてもよい。また、1 次の量子化PARCOR係数 $i(1)$ 等ではなく、その他の次数の量子化PARCOR係数等を用いてもよい ([ステップ S 1 6 0 の詳細の例] の説明終わり)。

40

【 0 1 5 3 】

その後、商復号部 2 2 1 c から出力された商 $q(n)$ と、分離部 2 2 2 1 a から出力された情報 $sub(n)$ と、補助情報復号部 2 2 2 から出力された補助情報 $[h, s]$ が含む分離パラメータ s とが、合成演算部 2 2 2 1 b に入力される。合成演算部 2 2 2 1 b は、これらを用いて予測残差 $e(n)$ を算出して出力する (ステップ S 1 7 0)。

【 0 1 5 4 】

[ステップ S 1 7 0 の詳細の例示]

図 2 1 に例示するように、まず、合成演算部 2 2 2 1 b は、入力された分離パラメータ

50

sが0であるか否かを判定する（ステップS171）。ここで、s=0でないとは判定された場合、次に合成演算部2221bは、情報sub(n)が 2^{s-1} 以上であるか否かを判定する（ステップS172a）。この判定は予測残差e(n)が0以上であるか否かを判定することに相当する。ステップS172aでsub(n) 2^{s-1} と判定された場合、合成演算部2221bは、以下の式によって予測残差e(n)を算出する（ステップS173a）。

【0155】

$$e(n) = \text{sub}(n) + 2^{s-1} \cdot q(n) - 2^{s-1} \quad \dots (22)$$

一方、ステップS172aでsub(n) $< 2^{s-1}$ と判定された場合、合成演算部2221bは、以下の式によって予測残差e(n)を算出する（ステップS173b）。

【0156】

$$e(n) = -\text{sub}(n) - 1 - 2^{s-1} \cdot q(n) \quad \dots (23)$$

一方、ステップS171でs=0と判定された場合、次に合成演算部2221bは、情報q(n)が偶数であるか否かを判定する（ステップS172b）。この判定は予測残差e(n)が0以上であるか否かを判定することに相当する。ステップS172bでq(n)が偶数であると判定された場合、合成演算部2221bは、以下の式によって予測残差e(n)を算出する（ステップS173c）。

【0157】

$$e(n) = q(n) / 2 \quad \dots (24)$$

一方、ステップS172bでq(n)が奇数であると判定された場合、合成演算部2221bは、以下の式によって予測残差e(n)を算出する（ステップS173d）。

【0158】

$$e(n) = -(q(n) + 1) / 2 \quad \dots (25)$$

以上のように生成された予測残差e(n)は、合成演算部2221bから出力される（[ステップS170の詳細の例示]の説明終わり）。

【0159】

また、係数復号部2231から出力された量子化PARCOR係数i(m) (m=1, ..., M)は線形予測係数変換部2232に送られ、線形予測係数変換部2232は、これらを用いて予測次数Mの線形予測フィルタの各線形予測係数 (m) (m=1, ..., M)を算出する。線形予測部2233は、算出された各線形予測係数 (m) (m=1, ..., M)と過去に加算部2234から出力された時系列信号x(n) (n=0, ..., N-1)とを用い、線形予測フィルタによって線形予測値y(n) (n=0, ..., N-1)を生成し、加算部2234は、線形予測値y(n)と残差復号部2220で復号された予測残差e(n)とを加算して時系列信号x(n) (n=0, ..., N-1)を生成する（ステップS180）。

【0160】

〔第1実施形態の変形例1〕

次に、第1実施形態の変形例1を説明する。この変形例では、符号化装置において、予測残差e(n)を0以上の整数e'(n)に写像してから分離パラメータの設定や符号化処理を行う。また、復号装置では、復号された整数e'(n)を逆変換して予測残差e(n)を復元する。以下では、第1実施形態との相違点を中心に説明し、第1実施形態と共通する事項については説明を省略する。

【0161】

<構成>

第1実施形態とこの変形例1との構成上の相違点は、符号化装置100の残差符号化部120がさらに信号変換部126を具備し（図9）、復号装置200の残差復号部220がさらに信号逆変換部225を具備する点である（図11）。

【0162】

<事前処理>

第1実施形態と同様である。

【0163】

<符号化方法>

10

20

30

40

50

図 2 2 は、第 1 実施形態の変形例 1 の符号化方法を説明するためのフローチャートである。また、図 2 4 A は、図 2 2 のステップ S 2 3 0 の詳細を例示するためのフローチャートである。以下、これらの図を用いて本変形例の符号化方法を説明する。

【 0 1 6 4 】

まず、前述のステップ S 1 0 が実行され、残差符号化部 1 2 0 (図 9) に入力された予測残差 $e(n)$ は信号変換部 1 2 6 に入力される。信号変換部 1 2 6 は、入力された予測残差 $e(n)$ を 0 以上の整数の値 $e'(n)$ に写像する (ステップ S 2 1 0) 。この値 $e'(n)$ は、予測残差 $e(n)$ の絶対値の増加に応じて単調増加する 0 以上の整数である。また、この写像は予め定められた規則に従って行われ、例えば、入力された予測残差 $e(n)$ が 0 以上の場合にはそれを大小関係の順序を保ったまま奇数の整数に写像し、入力された予測残差 $e(n)$ が 0 未満の場合にはそれを絶対値の大小関係の順序を保ったまま偶数の整数に写像する。

10

【 0 1 6 5 】

信号変換部 1 2 6 から出力された値 $e'(n)$ は分離パラメータ設定部 1 2 1 に送られ、分離パラメータ設定部 1 2 1 は値 $e'(n)$ の絶対値に依存する整数の分離パラメータ s をフレームごとに設定する (ステップ S 2 2 0) 。なお、ステップ S 2 2 0 の処理は、予測残差 $e(n)$ が値 $e'(n)$ に置き換わることを除くステップ S 2 0 と同様である。

【 0 1 6 6 】

次に、符号化部 3 2 2 の分離演算部 1 2 2 a に、信号変換部 1 2 6 から出力された値 $e'(n)$ (「予測残差 $e(n)$ の絶対値の増加に応じて単調増加する 0 以上の整数」 に相当) と、分離パラメータ設定部 1 2 1 から出力された分離パラメータ s とが入力される。なお、この分離パラメータ s は、入力された値 $e'(n)$ に対応する予測残差 $e(n)$ のフレームに対して設定されたものである。分離演算部 1 2 2 a は、これらを用い、値 $e'(n)$ を被除数とし、分離パラメータ s に依存する整数を法数とした除算によって得られる整数の商 $q(n)$ と、その剰余を特定するための情報 $sub(n)$ とを生成する (ステップ S 2 3 0) 。

20

【 0 1 6 7 】

[ステップ S 2 3 0 の詳細の例]

図 2 4 A に例示するように、まず、分離演算部 1 2 2 a は、入力された分離パラメータ s が 0 であるか否かを判定する (ステップ S 2 3 1) 。ここで、 $s=0$ でなかった場合、分離演算部 1 2 2 a は、

$$q(n) = \text{floor}(e'(n)/2^s) \quad \dots (26)$$

30

に従って整数の商 $q(n)$ を生成し (ステップ S 2 3 2 a) 、

$$sub(n) = e'(n) - 2^s \cdot q(n) \quad \dots (27)$$

に従って剰余を特定するための情報 $sub(n)$ を生成して出力する (ステップ S 2 3 3 a) 。なお、式 (26) における「 2^s 」が「分離パラメータ s に依存する整数 (法数) 」に相当する。

【 0 1 6 8 】

一方、 $s=0$ であった場合、分離演算部 1 2 2 a は、

$$q(n) = e'(n) \quad \dots (28)$$

に従って整数の商 $q(n)$ を生成し (ステップ S 2 3 2 b) 、 $sub(n)$ を null として出力する (ステップ S 3 3 3 b) 。なお、式 (28) 「 $q(n) = e'(n) = e'(n)/2^s (s=0)$ 」における「 $e'(n)$ 」が「予測残差 $e(n)$ の絶対値の増加に応じて単調増加する 0 以上の整数 (被除数) 」に相当し、「 $2^s = 1 (s=0)$ 」が「分離パラメータ s に依存する整数 (法数) 」に相当する ([ステップ S 2 3 0 の詳細の例] の説明終わり) 。

40

【 0 1 6 9 】

その後、第 1 実施形態で説明したステップ S 4 0 ~ S 9 0 の処理が実行される。

【 0 1 7 0 】

< 復号方法 >

図 2 3 は、第 1 実施形態の変形例 1 の復号方法を説明するためのフローチャートである。また、図 2 4 B は、図 2 3 のステップ S 3 7 0 の詳細を例示するためのフローチャート

50

である。以下、これらの図を用いて本変形例の復号方法を説明する。

【 0 1 7 1 】

まず、第 1 実施形態で説明したステップ S 1 1 0 ~ S 1 6 0 の処理が実行された後、合成演算部 2 2 2 1 b (図 1 1) が、情報 sub(n) と商 q(n) と分離パラメータ s とを用い、予測残差 e(n) を正の整数に写像した値 e' (n) を算出して出力する (ステップ S 3 7 0) 。

【 0 1 7 2 】

[ステップ S 3 7 0 の詳細の例示]

図 2 4 B に例示するように、まず、合成演算部 2 2 2 1 b は、入力された分離パラメータ s が 0 であるか否かを判定する (ステップ S 3 7 1) 。ここで、s=0 でないと判定された場合、合成演算部 2 2 2 1 b は、

$$e' (n) = 2^s \cdot q(n) + \text{sub}(n) \quad \dots (29)$$

によって値 e' (n) を算出する (ステップ S 3 7 2 a) 。

【 0 1 7 3 】

一方、s=0 であると判定された場合、合成演算部 2 2 2 1 b は、

$$e' (n) = q(n) \quad \dots (30)$$

によって値 e' (n) を算出する (ステップ S 3 7 2 b) ([ステップ S 3 7 0 の詳細の例示] の説明終わり) 。

【 0 1 7 4 】

合成演算部 2 2 2 1 b から出力された値 e' (n) は、信号逆変換部 2 2 5 に入力され、信号逆変換部 2 2 5 は、値 e' (n) を逆変換して予測残差 e(n) を求めて出力する (ステップ S 3 8 0) 。なお、この逆変換は、信号変換部 1 2 6 の処理の逆変換である。

【 0 1 7 5 】

その後、第 1 実施形態で説明したステップ S 1 8 0 の処理が実行される。

【 0 1 7 6 】

なお、式(26)(27)の代わりに e(n) を e' (n) とおいた式(5)(9)を用いてもよいし、式(28)の代わりに e(n) を e' (n) とおいた式(7)を用いてもよい。この場合には、式(29)の代わりに e(n) を e' (n) とおいた式(22)を用い、式(30)の代わりに e(n) を e' (n) とおいた式(24)を用いる。また、s が 0 であるか否かにかかわらず、分離演算部 1 2 2 a が式(26)に従って整数の商 q(n) を生成し、式(27)に従って剰余を特定するための情報 sub(n) を生成し、合成演算部 2 2 2 1 b が、式(29)によって値 e' (n) を算出してもよい。

【 0 1 7 7 】

[第 1 実施形態の変形例 2]

次に、第 1 実施形態の変形例 2 を説明する。この変形例は、残差符号化部 1 2 0 や残差復号部 2 2 0 の商符号表格納部 1 2 2 e , 2 2 1 e に格納される商符号表の組み合わせについての変形例である。以下では、第 1 実施形態との相違点を中心に説明し、第 1 実施形態と共通する事項については説明を省略する。

【 0 1 7 8 】

図 2 5 A , 図 2 6 A , 図 2 7 A , 図 2 7 C は、商符号表格納部 1 2 2 e 及び商符号表格納部 2 2 1 e に格納される商符号表 T1[h,s] 及び T2[h,s] と分離パラメータ s 及び商符号表インデックス h との対応関係を例示するための対応表である。また、図 2 5 B , 図 2 6 B , 図 2 7 B , 図 2 7 D は、図 2 5 A , 図 2 6 A , 図 2 7 A , 図 2 7 C の対応表に例示した各商符号表が選択される頻度と分離パラメータ s 及び商符号表インデックス h との関係を例示するための図である。また、図 2 7 E , 図 2 7 F は、符号表の他の例を説明するための図である。また、図 2 8 A は、商符号表格納部 1 2 2 e 及び商符号表格納部 2 2 1 e に格納される T2[h,s] と分離パラメータ s (上位・下位) 及び商符号表インデックス h との対応関係を例示するための対応表である。また、図 2 8 B は、図 2 8 A の対応表に例示した各商符号表が選択される頻度と分離パラメータ s (上位・下位) 及び商符号表インデックス h との関係を例示するための図である。

【 0 1 7 9 】

図 2 5 A 及び図 2 5 B に示す変形例では、設定範囲内の分離パラメータ s と商符号表イ

10

20

30

40

50

ンデックス h との組すべてについて商符号表 $T1[h, s]$ や $T2[h, s]$ が設定されるのではなく、それらの一部の組み合わせについて商符号表 $T1[h, s]$ や $T2[h, s]$ が設定されない。なお、"- "は、それに対応する分離パラメータ s と商符号表インデックス h との組に対して商符号表 $T1[h, s]$ や $T2[h, s]$ が設定されていないことを示す（他の図でも同様）。なお、図 2 5 A 及び図 2 5 B の例では分離パラメータ $s=1, 3$ に対応する列が存在しないが、この例では分離パラメータ $s=1, 3$ 自体が生成されない。このように、分離パラメータ s が所定範囲で連続する整数値（例えば、 $0, 1, 2, 3, 4, \dots, 7$ ）のいずれの値をもとり得るのではなく、所定範囲で連続する整数値から一部の整数を間引いた範囲内（例えば、 $0, 2, 4, 6$ ）の値のみをとる構成であってもよい。この場合には、補助情報符号化部 1 2 3（図 9）で符号化すべき補助情報 $[h, s]$ の種類を減らせるため、補助情報 $[h, s]$ に対応する補助符号 C_c の符号量を削減できる。

10

【 0 1 8 0 】

また、図 2 7 A の例は、分離パラメータ s ごとに異なる商符号表 $T1[h, s]$ が設定されるのではなく、すべての分離パラメータ s について共通の複数の商符号表 $T1[h, s]$ が設定される例である。図 2 7 A の例では、分離パラメータ s の値にかかわらず 5 つの商符号表 $T1[0, A] \sim T1[4, A]$ の何れかが選択される。また、図 2 7 C の例は、分離パラメータ $s=0, 1, 2, 3$ に対してそれぞれ 1 つずつの商符号表 $T2[0, s]$ が設定され、その他の分離パラメータ s について 1 つの商符号表 $T2[0, E]$ が設定される例である。

【 0 1 8 1 】

また、商符号表 $T1[h, s]$ だけではなく、商符号表 $T2[h, s]$ についても、図 2 7 A の例のように、すべての分離パラメータ s について共通の複数の商符号表 $T1[h, A]$ 及び $T2[h, A]$ が設定されてもよい。また、商符号表 $T2[h, s]$ だけではなく、商符号表 $T1[h, s]$ についても、図 2 7 C の例のように、分離パラメータ $s=0, 1, 2, 3$ に対してそれぞれ 1 つずつの商符号表 $T1[0, s]$ が設定され、その他の分離パラメータ s について 1 つの商符号表 $T2[0, E]$ が設定されてもよい。

20

【 0 1 8 2 】

また、図 2 7 E 及び図 2 7 F に例示するように、予測利得 pg に応じ、商符号表 $T1[0, A]$ 又は $T2[0, A]$ が一義的に定まる構成であってもよい。この場合、商符号表選択部 1 2 2 d は、予測利得 pg や PARCOR 係数等と閾値 th とを比較し、その比較結果のみから商 $q(n)$ を符号化するための商符号表 $T1[0, A]$ 又は $T2[0, A]$ を特定できる。

30

【 0 1 8 3 】

また、図 2 8 A 及び図 2 8 B の変形例は、少なくとも一部の分離パラメータ s について、それに対応する連続量パラメータ s' の大きさに応じて異なる商符号表を設定する例である。すなわち、この変形例では、分離パラメータ s と商符号表インデックス h との組が同一であっても、その分離パラメータ s に対応する連続量パラメータ s' の大きさに応じて異なる商符号表が設定される場合がある。これにより、より最適な商符号表の設定が可能となり、それによって可変長符号化された商 $q(n)$ に対応する符号の符号量をより小さくできる。

【 0 1 8 4 】

図 2 8 A の例では、少なくとも一部の分離パラメータ s について、その分離パラメータ s に対応する連続量パラメータ s' が上位のものか下位のものかに応じて異なる符号表が設定される。なお、「分離パラメータ s に対応する連続量パラメータ s' が上位」とは、分離パラメータ s に量子化される連続量パラメータ領域の所定範囲を 2 つの区分に分割した場合の上位側の区分に当該連続量パラメータ s' が属することを意味する。また、「分離パラメータ s に対応する連続量パラメータ s' が下位」とは、分離パラメータ s に量子化される連続量パラメータ領域の所定範囲を 2 つの区分に分割した場合の下位側の区分に当該連続量パラメータ s' が属することを意味する。例えば、 $s \leq s' < s+1$ の範囲にある連続量パラメータ s' が整数である分離パラメータ s に量子化される場合、 s 以上 $s+0.5$ 未満の範囲に属する連続量パラメータ s' が下位のものであり、 $s+0.5$ 以上 $s+1$ 未満の範囲に属する連続量パラメータ s' が上位のものである。

40

50

【 0 1 8 5 】

図 2 8 A の例では、例えば、分離パラメータ s が 2 であってそれに対応する連続量パラメータ s' が下位である場合に対し、商符号表インデックス $h=0,1,\dots,4$ に対応する商符号表 $T2[0,2,L], T2[1,2,L], T2[2,2,L], T2[3,2,L], T2[4,2,L]$ が設定される。また、例えば、分離パラメータ s が 2 であってそれに対応する連続量パラメータ s' が上位である場合に対し、商符号表インデックス $h=0,1,\dots,4$ に対応する商符号表 $T2[0,2,U], T2[1,2,U], T2[2,2,U], T2[3,2,U], T2[4,2,U]$ が設定される。なお、少なくとも一部の商符号表 $T2[h,2,L]$ と商符号表 $T2[h,2,U]$ とは異なる符号表である。また、例えば、分離パラメータ $s=1$ については、連続量パラメータ s' の上位・下位にかかわらず、商符号表インデックス $h=0,1,2,3$ に対応する商符号表 $T2[0,1], T2[1,1], T2[2,1], T2[3,1]$ が設定される。

10

【 0 1 8 6 】

以上のように設定された各商符号表 $T2[h,s,add]$ ($add="L"$ or $"U"$) は、それぞれに対応する商符号表インデックス h と、分離パラメータ s と、連続量パラメータ s' の上位・下位を示す付加情報 add との組に対応付けられ、また、各商符号表 $T2[h,s]$ は、それぞれに対応する商符号表インデックス h と分離パラメータ s との組に対応付けられて、商符号表格納部 1 2 2 e と商符号表格納部 2 2 1 e とに格納される。なお、商符号表格納部 1 2 2 e において分離パラメータ s と商符号表インデックス h と付加情報 add との組によって特定される商符号表 $T2[h,s,add]$ は、商符号表格納部 2 2 1 e において当該分離パラメータ s と商符号表インデックス h と付加情報 add との組によって特定される商符号表 $T2[h,s,add]$ と同一である。また、商符号表格納部 1 2 2 e において分離パラメータ s と商符号表インデックス h との組によって特定される商符号表 $T2[h,s]$ は、商符号表格納部 2 2 1 e において当該分離パラメータ s と商符号表インデックス h との組によって特定される商符号表 $T2[h,s]$ と同一である。また、第 1 実施形態と同様、選択される商符号表 $T2[h,s,add]$, $T2[h,s]$ の頻度分布 (図 2 8 B に例示) は事前学習され、分離パラメータ s と商符号表インデックス h との組である補助情報 $[h,s]$ 、又は、分離パラメータ s と商符号表インデックス h と上位・下位を示す付加情報 add との組である補助情報 $[h,s,add]$ を符号化するための補助情報符号表 $Tc[2]$ が、補助情報符号表格納部 1 2 5 及び 2 2 4 に格納される。なお、図 2 8 A 及び図 2 8 B では、集合 $T2$ に属する商符号表 $T2[h,s,add]$, $T2[h,s]$ の説明を行ったが、集合 $T1$ をこれと同様な構成としてもよい。また、このような商符号表を用いる場合、符号化装置 1 0 0 の商符号表選択部 1 2 2 d は、さらに、パラメータ演算部 1 2 1 a から出力された連続量パラメータ s' を用い、分離パラメータ s に対応する連続量パラメータ s' が上位であるか下位を判定して商符号表を選択する。

20

30

【 0 1 8 7 】

その他、第 1 実施形態の変形例 1 と第 1 実施形態の変形例 2 とを組み合わせてもよい。

【 0 1 8 8 】

〔 第 2 実施形態 〕

次に、本発明の第 2 実施形態を説明する。本形態では、予測残差 $e(n)$ が、予め定められた時間区間であるフレームごとに時系列信号を予測分析した結果から得られたものであり、フレームがさらに複数に分割された各時間区間であるサブフレームごとに分離パラメータ s_i ($i=1,2$) が設定される。そして、補助情報は、複数のサブフレームに対してそれぞれ設定された分離パラメータ s_i を統合した統合パラメータ S に対応するものとする。なお、本形態では、各フレームが 2 つに分割された各時間区間をサブフレームとする例を示すが ($i=1,2$)、これは本発明を限定するものではなく、各フレームが 3 以上に分割された各時間区間をサブフレームとしてもよい ($i=1,2,\dots,l$ (l は 3 以上の整数))。また、以下では、第 1 実施形態との相違点を中心に説明し、第 1 実施形態と共通する事項については説明を省略する。

40

【 0 1 8 9 】

< 構成 >

図 2 9 は、第 2 実施形態の残差符号化部 3 2 0 の機能構成を説明するためのブロック図である。また、図 3 0 は、第 2 実施形態の残差復号部 4 2 0 の機能構成を説明するための

50

ブロック図である。なお、これらの図において第1実施形態と共通する事項については、第1実施形態と同じ参照番号を付して説明を省略する。

【0190】

第1実施形態と第2実施形態との構成上の相違点は、符号化装置100の残差符号化部120が残差符号化部320に置換され、復号装置200の残差復号部220が残差復号部420に置換される点である。

【0191】

図29に示すように、残差符号化部320は、分離パラメータ設定部321、符号化部322、補助情報符号化部323、補助情報符号表選択部324、及び補助情報符号表格納部325を有する。また、分離パラメータ設定部321は、パラメータ演算部321a、及び量子化部121bを有する。また、符号化部322は、分離演算部322a、合成部2122c、商符号化部322b、符号表選択部322d、及び符号表格納部122eを有する。

10

【0192】

また、図30に示すように、残差復号部420は、復号部421、補助情報復号部422、補助情報符号表選択部423、及び補助情報符号表格納部424を有する。また、復号部421は、分離部2221a、合成演算部421b、商復号部421c、及び符号表格納部221eを有する。

【0193】

<事前処理>

次に、本形態の事前処理を説明する。

20

【0194】

[商符号表]

本形態でも、第1実施形態と同様、符号化処理や復号処理の事前処理として、予測利得 pg に応じた複数の商符号表の集合が設定される。そして、商符号表の集合 $T1$ に属する各商符号表 $T1[h,s]$ と、商符号表の集合 $T2$ に属する各商符号表 $T2[h,s]$ とは、それぞれ、残差符号化部320(図29)の商符号表格納部122e及び残差復号部420(図30)の商符号表格納部221eに格納される。なお、各商符号表 $T1[h,s]$ 及び $T2[h,s]$ に対応する分離パラメータ s は、各フレームの前半のサブフレームに対する分離パラメータ s_1 、又は、後半のサブフレームに対する分離パラメータ s_2 である。

30

【0195】

[補助情報符号表]

本形態では、各サブフレームに対してそれぞれ設定された各分離パラメータ s_i ($i=1,2$)をフレームごとに統合した統合パラメータ $S=s_1|s_2$ と、当該フレームに対して選択された符号化方法を特定するための商符号表インデックス h との組を含む情報を補助情報 $[h,S]$ とする。

【0196】

フレームでの総符号量を最小化するという基準のもとでは、商 $q(n)$ を可変長符号化するために選択される商符号表の頻度分布に偏りが生じ、当該商符号表を特定するための商符号表インデックス h の頻度分布に偏りが生じる。また、サブフレームでの総符号量を最小化するという基準のもとで選択される分離パラメータ s_i の頻度分布にも偏りが生じる。そのため、各サブフレームに対する分離パラメータ s_i をフレームごとに統合した統合パラメータ $S=s_1|s_2$ の頻度分布にも偏りが生じる。また、選択される分離パラメータ s_i や商符号表インデックス h の頻度分布は、予測利得 pg と相関関係がある([性質1]~[性質7])。

40

【0197】

図31A、図31Bは、残差符号化部320の符号表選択部322dでフレームごとに選択される商符号表の頻度と、分離パラメータ s_i をフレームごとに統合した統合パラメータ S 及び商符号表インデックス h との関係を、予測利得 pg に応じた集合 $T1, T2$ のそれぞれについて例示するための図である。なお、図31において、例えば、 $S=01$ とは、前半のサブ

50

フレームに対する分離パラメータ s_1 が0であり、後半のサブフレームに対する分離パラメータ s_2 が1であることを意味する。また、図3 1 Aの商符号表インデックス h と統合パラメータ $S=s_1|s_2$ とで特定される各欄には、フレームごとに選択された商符号表が $T1[h, s_1]$ (又は $T1[h, s_2]$) である頻度を示してある。また、図3 1 Bの商符号表インデックス h と統合パラメータ $S=s_1|s_2$ とで特定される各欄には、フレームごとに選択された商符号表が $T2[h, s_1]$ (又は $T2[h, s_2]$) である頻度を示してある。なお、頻度の表記方法は第1実施形態と同じである。

【0198】

図3 1 A、図3 1 Bに例示するように、商符号表インデックス h の頻度分布や統合パラメータ $S=s_1|s_2$ の頻度分布には偏りがあり、それらの頻度分布は予測利得 pg と相関関係がある。本形態では、これらの性質を利用し、予測利得 pg に応じた補助情報符号表を用いて補助情報 $[h, S]$ を可変長符号化することで符号化圧縮率を向上させる。

10

【0199】

そのために、本形態の事前処理では、予測利得 pg に応じた商符号表インデックス h の頻度分布や統合パラメータ $S=s_1|s_2$ の頻度分布(図3 1 A、図3 1 B)が事前学習される。そして、その学習結果に基づいて予測利得 pg に応じた複数の補助情報符号表からなる集合を設定が設定され、残差符号化部3 2 0の補助情報符号表格納部3 2 5及び残差復号部4 2 0の補助情報符号表格納部4 2 4に格納される。各補助情報符号表は、それぞれ或る範囲の予測利得に対応し、後述する本形態の符号化処理では、時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) に対する予測利得 pg に応じた補助情報符号表を用い、補助情報 $[h, S]$ を可変長符号化する。なお、補助情報符号表の構成や特徴は、補助情報 $[h, s]$ が補助情報 $[h, S]$ になること以外は、第1実施形態と同様である。

20

【0200】

<符号化方法>

次に、第2実施形態の符号化方法を説明する。

【0201】

図3 2は、第2実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャートである。以下、この図を用いて本形態の符号化方法を説明する。

【0202】

第1実施形態で説明したステップS 1 0の処理が実行された後、残差符号化部3 2 0 (図2 9)に入力された予測残差 $e(n)$ が分離パラメータ設定部3 2 1に送られ、分離パラメータ設定部3 2 1は、サブフレームごとに、予測残差 $e(n)$ の絶対値に依存する整数の分離パラメータ s_i ($i=1, 2$)を設定する(ステップS 4 2 0)。この処理は、フレームごとに行った第1実施形態で説明したステップ2 0の処理をサブフレームごとに行うことで実現できる。具体的には、例えば、パラメータ演算部3 2 1 aが、式(21)の N をサブフレームのサンプル数に置換した式に従ってサブフレームごとに連続量パラメータ s_i' を算出し、算出された連続量パラメータ s_i' を量子化部3 2 1 bが整数値に量子化してサブフレームごとの分離パラメータ s_i を生成する。

30

【0203】

次に、符号化部3 2 2の分離演算部3 2 2 aに、残差符号化部3 2 0に入力された予測残差 $e(n)$ と、分離パラメータ設定部3 2 1から出力されたサブフレームごとの分離パラメータ s_i とが入力される。なお、この分離パラメータ s_i は、入力された予測残差 $e(n)$ のサブフレームに対して設定されたものである。分離演算部3 2 2 aは、これらを用い、予測残差 $e(n)$ 又はその絶対値の増加に応じて単調増加する0以上の整数を被除数とし、分離パラメータ s_i に依存する整数を法数とした除算によって得られる整数の商 $q(n)$ と、その剰余を特定するための情報 $sub(n)$ と、を生成する(ステップS 4 3 0)。なお、ステップS 4 3 0の詳細は、例えば、前述したステップS 3 0の詳細の例と同様である。

40

【0204】

次に、分離演算部3 2 2 aから出力された商 $q(n)$ と分離パラメータ設定部3 2 1から出力された分離パラメータ s_1 (又は s_2)と、量子化部2 1 1 3から出力された量子化PARCOR係

50

数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$) とが、符号表選択部 3 2 2 d に入力される。商符号表選択部 3 2 2 d は、これらの情報を用い、商符号表格納部 3 2 2 e に格納された、商 $q(n)$ を可変長符号化するための符号表である商符号表の集合 T1 及び T2 から、予測利得 pg に応じた商符号表をフレームごとに選択する (ステップ S 4 4 0)。すなわち、本形態では、分離パラメータ s_i はサブフレームごとに設定されるが、商符号表はフレームごとに選択される。ステップ S 4 4 0 の詳細は、フレームごとに設定された分離パラメータ s が、サブフレームごとに設定された分離パラメータ s_1 (又は s_2) に置き換わる以外、第 1 実施形態のステップ S 4 0 と同様である。

【 0 2 0 5 】

次に、第 1 実施形態で説明したステップ S 5 0 及び S 6 0 の処理が実行された後、量子化部 2 1 1 3 から出力された量子化 PARCOR 係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$) が補助情報符号表選択部 3 2 4 に入力される。補助情報符号表選択部 3 2 4 は、この情報を用い、時系列信号 $x(n)$ の予測効果に応じた判断を行う判断基準 (言い換えると、時系列信号 $x(n)$ の予測効果を表す指標に応じた情報を判定する判断基準) を使って、補助情報 $[h, S]$ を可変長符号化するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、予測利得 pg に応じた補助情報符号表をフレームごとに選択し、それを特定するパラメータ w を出力する (ステップ S 4 7 0)。この処理の詳細は、補助情報 $[h, s]$ が補助情報 $[h, S]$ となる以外は、第 1 実施形態のステップ S 7 0 と同様である。

【 0 2 0 6 】

次に、商符号表選択部 3 2 2 d から出力された補助情報 $[h, S]$ と補助情報符号表選択部 3 2 4 から出力されたパラメータ w とが補助情報符号化部 3 2 3 に入力される。補助情報符号化部 3 2 3 は、パラメータ w によって特定される補助情報符号表を補助情報符号表格納部 3 2 5 から抽出する。そして、情報符号化部 3 2 3 は、抽出した補助情報符号表を用い、補助情報 $[h, S]$ ごとに当該補助情報 $[h, S]$ を可変長符号化し、補助情報 $[h, S]$ に対応する補助符号 C_o を生成する (ステップ S 4 8 0)。

【 0 2 0 7 】

その後、第 1 実施形態で説明したステップ S 9 0 の処理が実行される。

【 0 2 0 8 】

< 復号方法 >

図 3 3 は、第 2 実施形態の復号方法を説明するためのフローチャートである。以下、この図を用いて本形態の復号方法を説明する。

【 0 2 0 9 】

まず、第 1 実施形態で説明したステップ S 1 1 0 及び S 1 2 0 の処理が実行される。ステップ S 1 2 0 で生成された量子化 PARCOR 係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$) は、予測復号部 4 2 0 (図 3 0) の補助情報符号表選択部 4 2 3 に入力される。補助情報符号表選択部 4 2 3 は、量子化 PARCOR 係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$) を用い、時系列信号 $x(n)$ の予測効果に応じた判断を行う判断基準 (言い換えると、時系列信号 $x(n)$ の予測効果を表す指標に応じた情報を判定する判断基準) を使って、補助情報 $[h, S]$ に対応する補助符号 C_o を復号するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、予測利得 pg に応じた補助情報符号表を選択し、選択した補助情報符号表を特定するパラメータ w を出力する (ステップ S 5 3 0)。この処理の詳細は、補助情報 $[h, s]$ が補助情報 $[h, S]$ となる以外は、第 1 実施形態のステップ S 1 3 0 と同様である。

【 0 2 1 0 】

次に、補助情報 $[h, S]$ に対応する補助符号 C_o とステップ S 5 3 0 で選択された補助情報符号表を特定するパラメータ w とが、補助情報復号部 4 2 2 に入力される。補助情報復号部 4 2 2 は、パラメータ w によって特定される補助情報符号表を補助情報符号表格納部 4 2 4 から抽出する。そして、補助情報復号部 4 2 2 は、抽出した補助情報符号表を用い、補助情報 $[h, S]$ に対応する補助符号 C_o を復号し、統合パラメータ S と商符号表インデックス h との組を含む補助情報 $[h, S]$ を生成する (ステップ S 5 4 0)。

【 0 2 1 1 】

10

20

30

40

50

次に、第1実施形態で説明したステップS150の処理が実行された後、補助情報復号部422から出力された補助情報[h,S]と、分離部2221aから出力された情報prefix(n)と、係数復号部2231から出力された量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$)とが、商復号部421cに入力される。商復号部421cは、これらによって特定される予測利得pg及び補助情報[h,S]に対応する商符号表を用い、情報prefix(n)を復号して商q(n)を求め、出力する(ステップS560)。

【0212】

その後、商復号部421cから出力された商q(n)と、分離部2221aから出力された情報sub(n)と、補助情報復号部422から出力された補助情報[h,S]が含む分離パラメータ s_i とが、合成演算部2221bに入力される。合成演算部2221bは、これらを用い、サブフレームごとに予測残差e(n)を算出して出力する(ステップS570)。ステップS570の詳細は、分離パラメータsが分離パラメータ s_i に置き換わり、フレームごとの処理がサブフレームごとの処理に置き換わる以外、第1実施形態のステップS170と同様である。

【0213】

その後、第1実施形態で説明したステップS180の処理が実行される。

【0214】

〔第2実施形態の変形例〕

第1実施形態の変形例1を第2実施形態に適用してもよい。すなわち、残差符号化部320が信号変換部126を具備し、残差復号部420が信号逆変換部225を具備することにしてもよい。そして、予測残差e(n)を0以上の整数 $e'(n)$ に写像してから本形態で説明した分離パラメータの設定や符号化処理を行い、本形態で説明した復号処理によって復号された整数 $e'(n)$ を逆変換して予測残差e(n)を復元することにしてもよい。

【0215】

また、第1実施形態の変形例2を第2実施形態に適用してもよい。すなわち、第1実施形態の変形例2で例示した商符号表の変形例の分離パラメータsを統合パラメータSに置き換えたものを本形態で用いてもよい。その他、第1実施形態の変形例1及び2を第2実施形態に適用してもよい。

【0216】

〔第3実施形態〕

次に、本発明の第3実施形態を説明する。本形態では、予測残差e(n)が、予め定められた時間区間であるフレームごとに時系列信号を予測分析した結果から得られたものであり、フレームがさらに複数に分割された各時間区間であるサブフレームごとに商q(n)を可変長符号化するための商符号表が選択され、商q(n)に対応する予測残差e(n)が属するサブフレームに対して設定された商符号表を用い、当該商q(n)を可変長符号化する。そして、分離パラメータsと、各サブフレームに対してそれぞれ選択された商符号表を特定するためのインデックス h_i ($i=1,2$)をフレームごとに統合した統合インデックスHとの組を含む情報を補助情報[H,s]とする。なお、本形態では、各フレームが2つに分割された各時間区間をサブフレームとする例を示すが($i=1,2$)、これは本発明を限定するものではなく、各フレームが3以上に分割された各時間区間をサブフレームとしてもよい($i=1,2, \dots, l$ (l は3以上の整数))。また、以下では、第1実施形態との相違点を中心に説明し、第1実施形態と共通する事項については説明を省略する。

【0217】

<構成>

図34は、第3実施形態の残差符号化部520の機能構成を説明するためのブロック図である。また、図35は、第3実施形態の残差復号部620の機能構成を説明するためのブロック図である。なお、これらの図において第1実施形態と共通する事項については、第1実施形態と同じ参照番号を付して説明を省略する。

【0218】

第1実施形態と第3実施形態との構成上の相違点は、符号化装置100の残差符号化部

10

20

30

40

50

1 2 0 が残差符号化部 5 2 0 に置換され、復号装置 2 0 0 の残差復号部 2 2 0 が残差復号部 6 2 0 に置換される点である。

【 0 2 1 9 】

図 3 4 に示すように、残差符号化部 5 2 0 は、分離パラメータ設定部 1 2 1、符号化部 5 2 2、補助情報符号化部 5 2 3、補助情報符号表選択部 5 2 4、及び補助情報符号表格納部 5 2 5 を有する。また、符号化部 5 2 2 は、分離演算部 1 2 2 a、合成部 2 1 2 2 c、商符号化部 5 2 2 b、符号表選択部 5 2 2 d、及び符号表格納部 1 2 2 e を有する。

【 0 2 2 0 】

また、図 3 5 に示すように、残差復号部 6 2 0 は、復号部 6 2 1、補助情報復号部 6 2 2、補助情報符号表選択部 6 2 3、及び補助情報符号表格納部 6 2 4 を有する。また、復号部 6 2 1 は、分離部 2 2 2 1 a、合成演算部 2 2 2 1 b、商復号部 6 2 1 c、及び符号表格納部 2 2 1 e を有する。

10

【 0 2 2 1 】

< 事前処理 >

次に、本形態の事前処理を説明する。

【 0 2 2 2 】

[商符号表]

本形態でも、第 1 実施形態と同様、符号化処理や復号処理の事前処理として、予測利得 pg に応じた複数の商符号表の集合が設定される。そして、商符号表の集合 $T1$ に属する各商符号表 $T1[h, s]$ と、商符号表の集合 $T2$ に属する各商符号表 $T2[h, s]$ とは、それぞれ、残差符号化部 5 2 0 (図 3 4) の商符号表格納部 1 2 2 e 及び残差復号部 6 2 0 (図 3 5) の商符号表格納部 2 2 1 e に格納される。

20

【 0 2 2 3 】

[補助情報符号表]

本形態では、各サブフレームに対してそれぞれ選択された商符号表を特定するための商符号表インデックス h_i ($i=1, 2$) をフレームごとに統合した統合インデックス $H=h_1|h_2$ と、当該フレームに対して設定された分離パラメータ s とを含む情報を補助情報 $[H, s]$ とする。

【 0 2 2 4 】

フレームでの総符号量を最小化するという基準のもとでは、商 $q(n)$ を可変長符号化するために選択される商符号表の頻度分布に偏りが生じ、当該商符号表を特定するための商符号表インデックス h_i を統合した統合インデックス H の頻度分布に偏りが生じる。また、サブフレームでの総符号量を最小化するという基準のもとで選択される分離パラメータ s の頻度分布にも偏りが生じる。また、選択される分離パラメータ s や商符号表インデックス h_i の頻度分布は、予測利得 pg と相関関係がある ([性質 1] ~ [性質 7]) 。

30

【 0 2 2 5 】

図 3 6 A、図 3 6 B は、残差符号化部 5 2 0 の符号表選択部 5 2 2 d でサブフレームごとに選択される商符号表の頻度と、分離パラメータ s 及び商符号表インデックス h_i をフレームごとに統合した統合インデックス H との関係を示す。予測利得 pg に応じた集合 $T1, T2$ のそれぞれについて例示するための図である。なお、図 3 6 において、例えば、 $H=01$ とは、前半のサブフレームに対する商符号表インデックス h_1 が 0 であり、サブフレームに対する商符号表インデックス h_2 が 1 であることを意味する。また、図 3 6 A の統合インデックス H と分離パラメータ s とで特定される各欄には、前半のサブフレームに対して選択された商符号表が $T1[h_1, s]$ であり、後半のサブフレームに対して選択された商符号表が $T1[h_2, s]$ である頻度を示してある。また、図 3 6 B の統合インデックス H と分離パラメータ s とで特定される各欄には、前半のサブフレームに対して選択された商符号表が $T2[h_1, s]$ であり、後半のサブフレームに対して選択された商符号表が $T2[h_2, s]$ である頻度を示してある。なお、頻度の表記方法は第 1 実施形態と同じである。

40

【 0 2 2 6 】

図 3 6 A、図 3 6 B に例示するように、統合インデックス h の頻度分布や分離パラメータ s の頻度分布には偏りがあり、それらの頻度分布は予測利得 pg と相関関係がある。本形

50

態では、これらの性質を利用し、予測利得 pg に応じた補助情報符号表を用いて補助情報 $[H, s]$ を可変長符号化することで符号化圧縮率を向上させる。

【0227】

そのために、本形態の事前処理では、予測利得 pg に応じた統合インデックス H の頻度分布や分離パラメータ s の頻度分布（図36A、図36B）が事前学習される。そして、その学習結果に基づいて予測利得 pg に応じた複数の補助情報符号表からなる集合を設定が設定され、残差符号化部520の補助情報符号表格納部525及び残差復号部620の補助情報符号表格納部624に格納される。各補助情報符号表は、それぞれ或る範囲の予測利得に対応し、後述する本形態の符号化処理では、時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) に対する予測利得 pg に応じた補助情報符号表を用い、補助情報 $[H, s]$ を可変長符号化する。なお、補助情報符号表の構成や特徴は、補助情報 $[h, s]$ が補助情報 $[H, s]$ になること以外は、第1実施形態と同様である。

10

【0228】

<符号化方法>

図37は、第3実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャートである。以下、この図を用いて本形態の符号化方法を説明する。

【0229】

まず、第1実施形態で説明したステップS10からS30の処理が実行された後、分離演算部122aから出力された商 $q(n)$ と、分離パラメータ設定部121から出力された分離パラメータ s と、量子化部2113から出力された量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$)とが商符号表選択部522d（図34）に入力される。商符号表選択部522dは、これらの情報を用い、商符号表格納部122eに格納された、商 $q(n)$ を可変長符号化するための符号表である商符号表の集合 $T1$ 及び $T2$ から、予測利得 pg に応じた商符号表をサブフレームごとに選択する（ステップS640）。なお、ステップS640の詳細は、商符号表がサブフレームごとに選択されること以外、第1実施形態のステップS40と同様である。

20

【0230】

次に、商符号表選択部522dは、各サブフレームに対してステップS640で選択した商符号表 $T1[h_i, s]$ 又は $T2[h_i, s]$ が属する集合 $T1$ 又は $T2$ を特定するパラメータ p と、選択した商符号表 $T1[h_i, s]$ 又は $T2[h_i, s]$ に対応する補助情報 $[H, s]$ とを商符号化部522bに送る。さらに商符号化部522bには、当該サブフレームからなるフレームに対応する分離演算部122aから出力された商 $q(n)$ が入力される。商符号化部522bは、これらを用いて商符号表格納部122eを検索し、パラメータ p と補助情報 $[h_i, s]$ とに対応する商符号表 $T1[h_i, s]$ 又は $T2[h_i, s]$ を抽出する。そして、商符号化部522bは、抽出した各サブフレームの商符号表 $T1[h_i, s]$ 又は $T2[h_i, s]$ を用い、サブフレームごとに、商 $q(n)$ を可変長符号化して商 $q(n)$ に対応する符号である情報 $prefix(n)$ を生成する（ステップS650）。

30

【0231】

次に、第1実施形態で説明したステップS60の処理が実行された後、量子化部2113から出力された量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$)が補助情報符号表選択部524に入力される。補助情報符号表選択部524は、この情報を用い、時系列信号 $x(n)$ の予測効果に応じた判断を行う判断基準（言い換えると、時系列信号 $x(n)$ の予測効果を表す指標に応じた情報を判定する判断基準）を使って、補助情報 $[H, s]$ を可変長符号化するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、予測利得 pg に応じた補助情報符号表をフレームごとに選択し、選択した補助情報符号表を特定するパラメータ w を出力する（ステップS670）。なお、ステップS670の詳細は、補助情報 $[h, s]$ が補助情報 $[H, s]$ に置き換えること以外、第1実施形態のステップS70と同様である。

40

【0232】

次に、商符号表選択部522dから出力された補助情報 $[h, s]$ と補助情報符号表選択部524から出力されたパラメータ w とが補助情報符号化部523に入力される。補助情報符号化部523は、パラメータ w によって特定される補助情報符号表を補助情報符号表格

50

納部 5 2 5 から抽出する。そして、情報符号化部 5 2 3 は、抽出した補助情報符号表を用い、補助情報[H,s]ごとに当該補助情報[H,s]を可変長符号化し、補助情報[H,s]に対応する補助符号 C_c を生成する(ステップ S 6 8 0)。

【 0 2 3 3 】

その後、第 1 実施形態で説明したステップ S 9 0 の処理が実行される。

【 0 2 3 4 】

< 復号方法 >

図 3 8 は、第 3 実施形態の復号方法を説明するためのフローチャートである。以下、この図を用いて本形態の復号方法を説明する。

【 0 2 3 5 】

まず、第 1 実施形態で説明したステップ S 1 1 0 及び S 1 2 0 の処理が実行された後、補助情報符号表選択部 6 2 3 (図 3 5) が、生成された量子化 PARCOR 係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$) を用い、補助情報[H,s]に対応する補助符号 C_c を復号するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、予測利得 pg に応じた補助情報符号表を選択し、選択した補助情報符号表を特定するパラメータ w を出力する(ステップ S 7 3 0)。なお、ステップ S 7 3 0 の処理の詳細は、補助情報[h,s]が補助情報[H,s]に置き換わる以外、第 1 実施形態のステップ S 1 3 0 と同様である。

【 0 2 3 6 】

次に、補助情報[H,s]に対応する補助符号 C_c とステップ S 7 3 0 で選択された補助情報符号表を特定するパラメータ w とが、補助情報復号部 6 2 2 に入力される。補助情報復号部 6 2 2 は、パラメータ w によって特定される補助情報符号表を補助情報符号表格納部 6 2 4 から抽出する。そして、補助情報復号部 6 2 2 は、抽出した補助情報符号表を用い、補助情報[H,s]に対応する補助符号 C_c を復号し、分離パラメータ s と統合インデックス H との組を含む補助情報[H,s]を生成する(ステップ S 7 4 0)。

【 0 2 3 7 】

また、第 1 実施形態で説明したステップ S 1 5 0 の処理が実行された後、補助情報復号部 6 2 2 から出力された補助情報[H,s]と、分離部 2 2 2 1 a から出力された情報 $prefix(n)$ と、係数復号部 2 2 3 1 から出力された量子化 PARCOR 係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$) とが、商復号部 6 2 1 c に入力される。商復号部 6 2 1 c は、これらによって特定される予測利得 pg 及び補助情報[H,s]に対応する各サブフレームの商符号表を用い、情報 $prefix(n)$ を復号して商 $q(n)$ を求め、出力する(ステップ S 7 6 0)。なお、ステップ S 7 6 0 の処理の詳細は、補助情報[h,s]が補助情報[H,s]に置き換わり、商符号表がサブフレームごとに選択される以外、第 1 実施形態のステップ S 1 6 0 と同様である。

【 0 2 3 8 】

その後、第 1 実施形態で説明したステップ S 1 7 0 及び S 1 8 0 の処理が実行される。

【 0 2 3 9 】

〔 第 3 実施形態の変形例 〕

第 1 実施形態の変形例 1 を第 3 実施形態に適用してもよい。すなわち、残差符号化部 5 2 0 が信号変換部 1 2 6 を具備し、残差復号部 6 2 0 が信号逆変換部 2 2 5 を具備することにしてもよい。そして、予測残差 $e(n)$ を 0 以上の整数 $e'(n)$ に写像してから本形態で説明した分離パラメータの設定や符号化処理を行い、本形態で説明した復号処理によって復号された整数 $e'(n)$ を逆変換して予測残差 $e(n)$ を復元することにしてもよい。

【 0 2 4 0 】

また、第 1 実施形態の変形例 2 を第 3 実施形態に適用してもよい。すなわち、第 1 実施形態の変形例 2 で例示した商符号表の変形例の商符号表インデックス h を統合インデックス H に置き換えたものを本形態で用いてもよい。その他、第 1 実施形態の変形例 1 及び 2 を第 3 実施形態に適用してもよい。

【 0 2 4 1 】

また、第 2 実施形態と第 3 実施形態とを組み合わせてもよい。すなわち、サブフレームごとに分離パラメータ s_i を設定し、サブフレームごとに商符号表を選択し、分離パラメー

10

20

30

40

50

タ s_i をフレームごとに統合した統合パラメータ S と、商符号表を特定するための商符号表インデックス h_i をフレームごとに統合した統合インデックス H とを含む補助情報 $[S,H]$ が、予測利得 pg に応じた補助情報符号表を用いて可変長符号化することにもよい。図39は、この変形例における、フレームごとに選択される商符号表の頻度と、分離パラメータ s_i をフレームごとに統合した統合パラメータ S 及び商符号表インデックス h_i をフレームごとに統合した統合インデックス H との関係を例示した図である。

【0242】

〔第4実施形態〕

次に、本発明の第4実施形態を説明する。本形態では、長期予測を行った結果に基づいて生成された予測残差 $e(n)$ を符号化する。以下では、第1実施形態との相違点を中心に説明し、第1実施形態と共通する事項については説明を省略する。

【0243】

<構成>

図40は、第4実施形態の符号化装置700の機能構成を説明するためのブロック図である。また、図41は、実施形態の復号装置800の機能構成を説明するためのブロック図である。なお、これらの図において、これまで説明したものと同一構成については、それらと同じ参照番号を用い、説明を省略する。

【0244】

図40に示すように、本形態の符号化装置700は、予測符号化部710、残差符号化部720、及び合成部2130を有する。なお、残差符号化部720の構成は、線形予測によって得られた係数(PARCOR係数等)を用いる代わりに、長期予測によって得られた係数(ゲイン)を用いるように構成されている以外、第1実施形態の残差符号化部120と同様である。本形態では、残差符号化部720の詳細を説明するために、第1実施形態の残差符号化部120が示された図9を流用する。

【0245】

また、図41に示すように、本形態の復号装置800は、分離部2210、残差復号部820、及び予測復号部830を有する。なお、残差復号部820の構成は、線形予測によって得られた係数(PARCOR係数等)を用いる代わりに、長期予測によって得られた係数(ゲイン)を用いるように構成されている以外、第1実施形態の残差復号部220と同様である。本形態では、残差復号部820の詳細を説明するために、第1実施形態の残差復号部220が示された図11を流用する。

【0246】

<符号化方法>

図42は、第4実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャートである。以下、この図を用いて本形態の符号化方法を説明する。

【0247】

符号化装置700(図40)の予測符号化部710には、第1実施形態と同様な時系列信号 $x(n)$ が入力される。フレームバッファ2111でバッファされた1フレーム分の時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)は、長期予測分析部712に送られる。長期予測分析部712は、時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)の長期予測分析を行い、式(3)に示した予測残差 $e(n)$ のエネルギーを最小化するゲイン (j) ($j=-tap, \dots, tap$)や遅延値(最小遅延値 m_{in} 、最大遅延値 m_{max})を算出する。なお、長期予測分析部712は、時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)をそのまま長期予測分析する構成であってもよいし、非線形量子化されて入力された時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)を線形量子化や他の非線形量子化にマッピングしてから長期予測分析を行う構成であってもよい。算出されたゲイン (j) ($j=-tap, \dots, tap$)は量子化部713に送られる。量子化部713は、ゲイン (j) ($j=-tap, \dots, tap$)を量子化して量子化ゲイン $'(j)$ ($j=-tap, \dots, tap$)を生成して出力する。なお、例えばゲイン (j) から4ビットの量子化ゲイン $'(j)$ を生成する場合は、ゲイン (j) の取り得る範囲を16個の範囲に区分してそれぞれの範囲に4ビットの値"0000"~"1111"のうちの何れかの値を割り当てておき、入力されたゲイン (j) が含まれる範囲に割り当てられた4ビット

10

20

30

40

50

トの値を量子化ゲイン $g'(j)$ として出力する。遅延値 z^{-j} と量子化ゲイン $g'(j)$ ($j=-\text{tap}, \dots, \text{tap}$)は係数符号化部 7 1 4 に入力され、係数符号化部 7 1 4 は、遅延値 z^{-j} に対応する遅延符号 C_j とゲイン $g'(j)$ ($j=-\text{tap}, \dots, \text{tap}$)に対応する利得符号 C_j とを生成して出力する。また、遅延値 z^{-j} と量子化ゲイン $g'(j)$ ($j=-\text{tap}, \dots, \text{tap}$)と時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)とは長期予測部 7 1 6 にも入力される。長期予測部 7 1 6 は、式(4)の長期予測フィルタを用いて長期予測値 $y(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)を生成して出力する。そして、減算部 7 1 7 は、時系列信号 $x(n)$ から長期予測値 $y(n)$ を減算した予測残差 $e(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)を算出する(ステップ S 8 1 0)。

【 0 2 4 8 】

次に、第 1 実施形態で説明したステップ S 2 0 及び S 3 0 の処理が実行された後、分離演算部 1 2 2 a から出力された商 $q(n)$ と、分離パラメータ設定部 1 2 1 (図 9) から出力された分離パラメータ s と、量子化部 7 1 3 から出力された量子化ゲイン $g'(0)$ とが残差符号化部 7 2 0 の商符号表選択部 1 2 2 d に入力される。商符号表選択部 1 2 2 d は、これらの情報を用い、商符号表格納部 1 2 2 e に格納された、商 $q(n)$ を可変長符号化するための符号表である商符号表の集合から、予測利得 pg に応じた商符号表をフレームごとに選択する(ステップ S 8 4 0)。なお、ステップ S 8 4 0 の詳細は、例えば、第 1 実施形態で説明したステップ S 4 0 の具体例である例 S40-2 と同様である。ただし、本形態では、PARCOR 係数 $i(1)$ や量子化 PARCOR 係数 $i(1)$ を逆量子化した PARCOR 係数 $k'(1)$ や線形予測係数 (1) の代わりに、例えば、量子化ゲイン $g'(0)$ や量子化ゲイン $g'(0)$ を逆量子化したゲイン $g''(0)$ などを用いる。すなわち、ステップ S 4 1 (図 18 A)において、量子化 PARCOR 係数 $i(1)$ 等が予め定められた閾値 th 以上であるか否かを判定する代わりに、量子化ゲイン $g'(0)$ や量子化ゲイン $g'(0)$ を逆量子化したゲイン $g''(0)$ が閾値 th 以上であるか否かを判定する。なお、量子化ゲイン $g'(0)$ を逆量子化する処理は、量子化ゲイン $g'(0)$ に対応するゲイン $g(0)$ の範囲のうちの予め定めた何れかの値 $g''(0)$ を求める処理である。例えば、 $g(0) < 2$ のゲイン $g(0)$ を量子化した値が量子化ゲイン $g'(0)$ である場合、量子化ゲイン $g'(0)$ を逆量子化したゲイン $g''(0)$ の例は 1 と 2 の平均値である。また、量子化ゲイン $g'(0)$ やゲイン $g(0)$ ではなく、その他の tap の量子化ゲインやゲインを用いてもよい。その他は、例 S40-2 と同様でよい。

【 0 2 4 9 】

次に、第 1 実施形態のステップ S 5 0 及び S 6 0 の処理が実行された後、量子化部 7 1 3 から出力された量子化ゲイン $g'(j)$ ($j=-\text{tap}, \dots, \text{tap}$)が補助情報符号表選択部 1 2 4 (図 9)に入力される。残差符号化部 7 2 0 の補助情報符号表選択部 1 2 4 は、この情報を用い、時系列信号 $x(n)$ の予測効果に応じた判断を行う判断基準(言い換えると、時系列信号 $x(n)$ の予測効果を表す指標に応じた情報を判定する判断基準)を使って、補助情報 $[h, s]$ を可変長符号化するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、予測利得 pg に応じた補助情報符号表をフレームごとに選択し、選択した補助情報符号表を特定するパラメータ w を出力する(ステップ S 8 7 0)。なお、ステップ S 8 7 0 の詳細は、例えば、第 1 実施形態で説明したステップ S 7 0 の具体例である例 S70-2 と同様である。ただし、本形態では、PARCOR 係数 $i(1)$ や量子化 PARCOR 係数 $i(1)$ を逆量子化した PARCOR 係数 $k'(1)$ や線形予測係数 (1) の代わりに、例えば、量子化ゲイン $g'(0)$ や量子化ゲイン $g'(0)$ を逆量子化したゲイン $g''(0)$ などを用いる。すなわち、ステップ S 7 1 (図 18 B)において、量子化 PARCOR 係数 $i(1)$ 等が予め定められた閾値 th 以上であるか否かを判定する代わりに、量子化ゲイン $g'(0)$ や量子化ゲイン $g'(0)$ を逆量子化したゲイン $g''(0)$ が閾値 th 以上であるか否かを判定する。また、量子化ゲイン $g'(0)$ やゲイン $g(0)$ ではなく、その他の tap の量子化ゲインやゲインを用いてもよい。その他は、例 S70-2 と同様でよい。

【 0 2 5 0 】

次に、第 1 実施形態で説明したステップ S 8 0 の処理が実行された後、以上のように生成された遅延値 z^{-j} に対応する遅延符号 C_j とゲイン $g'(j)$ ($j=-\text{tap}, \dots, \text{tap}$)に対応する利得符号 C_j と予測残差 $e(n)$ に対応する残差符号 C_e と補助情報 $[h, s]$ に対応する補助符号 C_s とは、合成部 2 1 3 0 (図 4 0)に入力され、合成部 2 1 3 0 は、これらを合成した符号 C_g を

10

20

30

40

50

生成して出力する（ステップS 8 9 0）。

【 0 2 5 1 】

< 復号方法 >

図 4 3 は、第 4 実施形態の復号方法を説明するためのフローチャートである。以下、この図を用いて本形態の復号方法を説明する。

【 0 2 5 2 】

復号装置 8 0 0（図 4 1）の分離部 2 2 1 0 は、復号装置 8 0 0 に入力された符号 C_9 を分離し、遅延符号 C と利得符号 C と残差符号 $C_e(n)$ と補助符号 C_c とを生成する（ステップ S 9 1 0）。

【 0 2 5 3 】

遅延符号 C と利得符号 C は係数復号部 8 3 1 に入力され、係数復号部 8 3 1 は、遅延符号 C と遅延符号 C を復号して遅延値 と量子化ゲイン $'(j)(j=-tap, \dots, tap)$ を生成する（ステップ S 9 2 0）。

【 0 2 5 4 】

生成された量子化ゲイン $'(j)(j=-tap, \dots, tap)$ は、残差復号部 8 2 0（図 4 1）の補助情報符号表選択部 2 2 3（図 1 1）に入力される。補助情報符号表選択部 2 2 3 は、量子化ゲイン $'(j)(j=-tap, \dots, tap)$ を用い、時系列信号 $x(n)$ の予測効果に応じた判断を行う判断基準（言い換えると、時系列信号 $x(n)$ の予測効果を表す指標に応じた情報を判定する判断基準）を使って、補助情報 $[h, s]$ に対応する補助符号 C_c を復号するための符号表である補助情報符号表を含む集合から、予測利得 pg に応じた補助情報符号表を選択し、選択した補助情報符号表を特定するパラメータ w を出力する（ステップ S 9 3 0）。なお、ステップ S 9 3 0 の詳細は、例えば、第 1 実施形態で説明したステップ S 1 3 0 の具体例である例 S130-2 と同様である。ただし、本形態では、PARCOR 係数 $i(1)$ や量子化 PARCOR 係数 $i(1)$ を逆量子化した PARCOR 係数 $k'(1)$ や線形予測係数 (1) の代わりに、例えば、量子化ゲイン $'(0)$ や量子化ゲイン $'(0)$ を逆量子化したゲイン $'(0)$ などを用いる。すなわち、ステップ S 1 3 1（図 2 0 A）において、量子化 PARCOR 係数 $i(1)$ 等が予め定められた閾値 th 以上であるか否かを判定する代わりに、量子化ゲイン $'(0)$ や量子化ゲイン $'(0)$ を逆量子化したゲイン $'(0)$ が閾値 th 以上であるか否かを判定する。また、量子化ゲイン $'(0)$ やゲイン (0) ではなく、その他の tap の量子化ゲインやゲインを用いてもよい。また、長期予測を使うか使わないかをフレーム毎に判断する場合には、その判断情報を補助情報符号表の選択に使うことができる。その他は、例 S130-2 と同様でよい。

【 0 2 5 5 】

次に、第 1 実施形態で説明したステップ S 1 4 0 及び S 1 5 0 の処理を行った後、補助情報復号部 2 2 2（図 1 1）から出力された補助情報 $[h, s]$ と、分離部 2 2 2 1 a から出力された情報 $prefix(n)$ と、係数復号部 8 3 1 から出力された量子化ゲイン $'(0)$ とが、商復号部 2 2 1 c に入力される。残差復号部 8 2 0 の商復号部 2 2 1 c は、これらに応じた予測利得 pg 及び補助情報 $[h, s]$ に対応する各フレームの商符号表を用い、情報 $prefix(n)$ を復号して商 $q(n)$ を求め、出力する（ステップ S 9 6 0）。なお、ステップ S 9 6 0 の詳細は、例えば、第 1 実施形態で説明したステップ S 1 6 0 の具体例である例 S160-2 と同様である。ただし、本形態では、PARCOR 係数 $i(1)$ や量子化 PARCOR 係数 $i(1)$ を逆量子化した PARCOR 係数 $k'(1)$ や線形予測係数 (1) の代わりに、例えば、量子化ゲイン $'(0)$ や量子化ゲイン $'(0)$ を逆量子化したゲイン $'(0)$ などを用いる。すなわち、ステップ S 1 6 1（図 2 0 B）において、量子化 PARCOR 係数 $i(1)$ 等が予め定められた閾値 th 以上であるか否かを判定する代わりに、量子化ゲイン $'(0)$ や量子化ゲイン $'(0)$ を逆量子化したゲイン $'(0)$ が閾値 th 以上であるか否かを判定する。また、量子化ゲイン $'(0)$ やゲイン (0) ではなく、その他の tap の量子化ゲインやゲインを用いてもよい。また、長期予測を使うか使わないかをフレーム毎に判断する場合には、その判断情報を補助情報符号表の選択に使うことができる。その他は、例 S160-2 と同様でよい。

【 0 2 5 6 】

次に、第 1 実施形態で説明したステップ S 1 7 0 の処理が実行された後、係数復号部 8

10

20

30

40

50

3 1 で生成された遅延値 と量子化ゲイン $'(j)(j=-\text{tap}, \dots, \text{tap})$ が長期予測部 8 3 3 に送られる。長期予測部 8 3 3 は、量子化ゲイン $'(j)(j=-\text{tap}, \dots, \text{tap})$ を逆量子化したゲイン $'(j)(j=-\text{tap}, \dots, \text{tap})$ と過去に加算部 8 3 4 から出力された時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) とを用い、式(4)の長期予測フィルタによって長期予測値 $y(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) を生成する。加算部 8 3 4 には、長期予測部 8 3 3 から出力された長期予測値 $y(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) と、残差復号部 8 2 0 から出力された予測残差 $e(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) とが入力される。加算部 8 3 4 は、長期予測値 $y(n)$ と予測残差 $e(n)$ とを加算して時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) を生成して出力する (ステップ S 9 8 0)。

【 0 2 5 7 】

〔第 4 実施形態の変形例〕

また、本形態では、第 1 実施形態の線形予測を長期予測に置き換えた構成を説明したが、第 2 実施形態や第 3 実施形態やそれらを組み合わせた形態の線形予測を長期予測に置き換えた構成であってもよい。また、第 1 実施形態の変形例 1 や変形例 2 を、第 4 実施形態やこれらの変形例に適用してもよい。

【 0 2 5 8 】

〔第 5 実施形態〕

本形態では、第 1 実施形態 (短期予測) と第 4 実施形態 (長期予測) とを組み合わせる。すなわち、第 1 実施形態と同様に線形予測分析のみを行って生成された第 1 予測残差 $e_S(n)$ を符号化する方式 1 と、第 1 実施形態と同様な線形予測分析を行って生成された第 1 予測残差 $e_S(n)$ を、さらに第 4 実施形態と同様に長期予測分析し、それによって得られた第 2 予測残差 $e_L(n)$ を符号化する方式 2 とを用いてそれぞれの符号を求め、最終的に符号量が小さくなる符号を選択する。本形態では、予測利得 pg に応じた処理を行うための指標として、選択された予測分析方式の種別 (方式 1 又は方式 2) を用いる。なお、時系列信号 $x(n)$ の予測効果が大きい場合には、方式 2 で得られる符号の符号長が方式 1 で得られる符号の符号量よりも小さくなる。一方、時系列信号 $x(n)$ の予測効果が小さい場合には、方式 1 で得られる符号の符号長が方式 2 で得られる符号の符号量よりも小さくなる。

【 0 2 5 9 】

以下では、第 1、4 実施形態との相違点を中心に説明し、第 1、4 実施形態と共通する事項については説明を省略する。

【 0 2 6 0 】

< 構成 >

図 4 4 は、第 5 実施形態の符号化装置 9 0 0 の機能構成を説明するためのブロック図である。また、図 4 5 は、第 5 実施形態の復号装置 1 0 0 0 の機能構成を説明するためのブロック図である。なお、これらの図において第 1、4 実施形態と共通する事項については、第 1 実施形態と同じ参照番号を付して説明を省略する。

【 0 2 6 1 】

図 4 4 に示すように、本形態の符号化装置 9 0 0 は、選択部 9 1 0、合成部 9 2 0、9 3 0、比較部 9 4 0、制御部 9 5 0、予測符号化部 2 1 1 0 と同じ構成の予測符号化部 2 1 1 0 - 1、2、残差符号化部 1 2 0、7 2 0、及び予測符号化部 7 1 0 を有する。また、図 4 5 に示すように、本形態の復号装置 1 0 0 0 は、分離部 1 0 1 0、選択部 1 0 2 0、残差復号部 2 2 0、8 2 0、予測復号部 8 3 0、及び予測復号部 2 2 3 0 と同じ構成の予測復号部 2 2 3 0 - 1、2 を有する。

【 0 2 6 2 】

< 事前処理 >

事前処理は、第 1、4 実施形態した通りである。ただし、図 6 B や [性質 4] [性質 7] に示したように、予測分析方式の種別と選択される分離パラメータ s や商符号表の頻度分布との間には相関関係がある。そのため、予測分析方式の種別によって、補助情報 $[h, s]$ を可変長符号化するために最適な補助情報符号表が相違する場合が多い。そのため、多くの場合、残差符号化部 1 2 0 や残差復号部 2 2 0 に格納される補助情報符号表を含む集合と、残差符号化部 7 2 0 や残差復号部 8 2 0 に格納される補助情報符号表を含む集合と

10

20

30

40

50

は相違する。本形態でも、残差符号化部 1 2 0 や残差復号部 2 2 0 に格納される補助情報符号表を含む集合と、残差符号化部 7 2 0 や残差復号部 8 2 0 に格納される補助情報符号表を含む集合とは相違するものとする。すなわち、本形態では、符号化時に、選択される予測分析方式の種別に応じた補助情報符号表が選択される。言い換えると、本形態では、符号化時に、選択される予測分析方式の種別に応じて異なる補助情報符号表が選択される。また、本形態では、復号時に、選択される予測合成方式の種別に応じた補助情報符号表が選択される。言い換えると、本形態では、復号時に、選択される予測合成方式の種別に応じて異なる補助情報符号表が選択される。なお、各予測合成方式は、それに対応する予測分析方式に応じて定まる。

【 0 2 6 3 】

< 符号化方法 >

図 4 6 は、第 5 実施形態の符号化方法を説明するためのフローチャートである。なお、以下の処理はフレームごとに実行される。

【 0 2 6 4 】

まず、符号化装置 9 0 0 (図 4 4) の制御部 9 5 0 がパラメータ b を 0 に設定する (ステップ S 1 0 1 0) 。パラメータ $b=0$ と時系列信号 $x(n)$ は選択部 9 1 0 に入力され、パラメータ $b=0$ が入力された選択部 9 1 0 は、時系列信号 $x(n)$ を予測符号化部 2 1 1 0 - 1 に出力する。次に、予測符号化部 2 1 1 0 - 1 及び残差符号化部 1 2 0 が、入力された 1 フレーム分の時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) に対して、図 1 6 のステップ S 1 0 ~ S 8 0 の処理を行い、量子化 PARCOR 係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$) に対応する係数符号 C_k と、予測残差 $e_S(n)$ に対応する残差符号 C_e と、補助情報 $[h, s]$ に対応する補助符号 C_c とを生成する (ステップ S 1 0 2 0) 。次に、合成部 9 2 0 に係数符号 C_k と残差符号 C_e と補助符号 C_c とパラメータ $b=0$ とが入力され、合成部 9 2 0 が係数符号 C_k と残差符号 C_e と補助符号 C_c とに $b=0$ を合成した符号 $C_g(0)$ を生成して出力する (ステップ S 1 0 3 0) 。

【 0 2 6 5 】

次に、制御部 9 5 0 がパラメータ b を 1 に設定する (ステップ S 1 0 4 0) 。パラメータ $b=1$ と時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) は選択部 9 1 0 に入力され、パラメータ $b=1$ が入力された選択部 9 1 0 は、1 フレーム分の時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) を予測符号化部 2 1 1 0 - 2 に入力させる。次に、予測符号化部 2 1 1 0 - 2 が、入力された 1 フレーム分の時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) に対して、図 1 6 のステップ S 1 0 の処理を行い、量子化 PARCOR 係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$) に対応する係数符号 C_k と、予測残差 $e_S(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) とを生成する (ステップ S 1 0 5 0) 。予測残差 $e_S(n)$ は予測符号化部 7 1 0 に入力される。予測符号化部 7 1 0 及び残差符号化部 7 2 0 は、予測残差 $e_S(n)$ を時系列信号 $x(n)$ として、図 4 2 のステップ S 8 1 0 ~ S 8 0 の処理を行い、遅延値 τ に対応する遅延符号 C と、量子化ゲイン $\gamma(j)$ ($j=-\text{tap}, \dots, \text{tap}$) に対応する遅延符号 C と、予測残差 $e_L(n)$ ($n=0, \dots, N-1$) に対応する残差符号 C_e と、補助情報 $[h, s]$ に対応する補助符号 C_c とを生成する (ステップ S 1 0 6 0) 。次に、合成部 9 2 0 に係数符号 C_k と遅延符号 C と遅延符号 C と残差符号 C_e と補助符号 C_c とパラメータ $b=1$ とが入力され、合成部 9 2 0 は、係数符号 C_k と遅延符号 C と遅延符号 C と残差符号 C_e と補助符号 C_c とに $b=1$ を合成した符号 $C_g(1)$ を生成する (ステップ S 1 0 7 0) 。

【 0 2 6 6 】

その後、符号 $C_g(0)$ と符号 $C_g(1)$ とが比較部 9 4 0 に入力される。比較部 9 4 0 は、これらの符号量を比較し、符号 $C_g(0)$ の符号量が符号 $C_g(1)$ の符号量以下であるか否かを判定する (ステップ S 1 0 8 0) 。この判定は、時系列信号 $x(n)$ の予測効果に応じた判断を行う判断基準 (言い換えると、時系列信号 $x(n)$ の予測効果を表す指標に応じた情報を判定する判断基準) に相当する。ここで、符号 $C_g(0)$ の符号量が符号 $C_g(1)$ の符号量以下であった場合には、符号 $C_g(0)$ が最終的な符号 C_g として出力され (ステップ S 1 0 9 0) 、符号 $C_g(0)$ の符号量が符号 $C_g(1)$ の符号量よりも大きかった場合には、符号 $C_g(1)$ が最終的な符号 C_g として出力される (ステップ S 1 1 0 0) 。

【 0 2 6 7 】

10

20

30

40

50

< 復号方法 >

図47は、第5実施形態の復号方法を説明するためのフローチャートである。

【0268】

まず、復号装置1000(図45)の分離部1010に符号 C_g が入力され、分離部1010は、符号 C_g を分離して、係数符号 C_k と残差符号 C_e と補助符号 C_c と $b=0$ と($C_g=C_g(0)$ の場合)、又は、係数符号 C_k と遅延符号 C と遅延符号 C と残差符号 C_e と補助符号 C_c と $b=1$ と($C_g=C_g(1)$ の場合)を生成する(ステップS1210)。

【0269】

分離部1010で生成されたパラメータ b とその他の符号とは選択部1020に入力される。選択部1020は、 $b=0$ であるか否かを判定する(ステップS1220)。

10

【0270】

ここで、 $b=0$ であった場合、選択部1020は、係数符号 C_k を予測符号部2230-1に出力し、残差符号 C_e と補助符号 C_c を残差復号部220に出力する。そして、予測符号部2230-1及び残差復号部220は、図19のステップS120~S180の処理を行い、時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)を生成して出力する(ステップS1230)。

【0271】

一方、 $b=1$ であった場合、選択部1020は、遅延符号 C と遅延符号 C とを予測復号部830に出力し、残差符号 C_e と補助符号 C_c とを残差復号部820に出力し、係数符号 C_k を予測復号部2230-2に出力する。残差復号部820及び予測復号部830は、図43のステップS920~S980の処理を行い、予測残差 $e_S(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)を生成して出力する(ステップS1240)。また、予測残差 $e_S(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)は予測復号部2230-2に入力され、予測復号部2230-2は、量子化PARCOR係数 $i(m)$ ($m=1, \dots, M$)に対応する係数符号 C_k と予測残差 $e_S(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)とを用い、図19のステップS120及びS180の処理を行い、時系列信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, N-1$)を生成して出力する(ステップS1250)。

20

【0272】

〔第5実施形態の変形例〕

本形態では、第1実施形態と第4実施形態とを組み合わせることとした。しかし、本形態において、第1実施形態の代わりに第2実施形態や第3実施形態やそれらの組み合わせを適用してもよい。或いは、本形態において、第1実施形態の代わりに、第1実施形態の変形例や第2実施形態や第3実施形態やそれらの組み合わせの変形例を適用してもよい。

30

【0273】

また、本形態では、線形予測分析である予測分析と、長期予測分析と線形予測分析とを組み合わせた予測分析とを用いる処理を説明した。しかし、予測分析として、マルチチャネル予測分析やそれと長期予測分析や線形予測分析を組み合わせたものを用いてもよい。

【0274】

〔その他の変形例等〕

なお、本発明は上述の各実施の形態に限定されるものではない。例えば、上述の各実施形態やその変形例では、予測利得 pg に応じた2つの商符号表の集合T1及びT2が設定される例を説明したが、これは本発明を限定するものではなく、予測利得 pg に応じた3つ以上の商符号表の集合が設定される構成でもよい。また、予測利得 pg にかかわらず、1つの商符号表の集合のみが設定される構成でもよい。また、商 $q(n)$ を符号化するための符号化方法をアルファ符号などに固定してもよい。

40

【0275】

また、予測利得を推定する情報として、予測次数を適応的に決定する場合に決定された次数の値を使うことができる。予測利得が小さいときには小さい予測次数が選択され、予測利得が大きいときには、大きな予測次数が選択される傾向がある。従って、選択された予測次数を判定する判断基準に従い、商符号表の集合の選択や補助情報符号表の選択を行うことも可能である。

【0276】

50

また、上述の各実施形態やその変形例では、予測利得pgに応じた2つの補助情報符号表Tc[1]、Tc[2]が設定される例を説明したが、これは本発明を限定するものではなく、予測利得pgに応じた3つ以上の補助情報符号表が設定される構成でもよい。

【0277】

また、上述の各実施形態やその変形例では、予測利得pgについての同一の判断基準を用い、商符号表の集合の選択と補助情報符号表の選択とを行うこととした。しかし、商符号表の集合の選択するための予測利得pgについての判断基準と、補助情報符号表を選択するための予測利得pgについての判断基準とが異なってもよい。

【0278】

また、上述の各実施形態やその変形例では、補助情報が分離パラメータsと商符号表インデックスhとに対応する例を説明したが、補助情報が分離パラメータs又は商符号表インデックスhの何れか一方のみに対応することにしてもよい。この場合、補助情報に対応しない分離パラメータs又は商符号表インデックスhは別途符号化されて出力されてもよいし、それらのビットがそのまま符号として出力されてもよい。また、商符号表を固定にする場合には、商符号表インデックスhが不要となるため、この場合には、補助情報は分離パラメータsのみに対応する。

【0279】

また、上述の各実施形態やその変形例では、補助情報が分離パラメータs及び/又は商符号表インデックスhのすべてのビットを含む例を説明したが、補助情報が分離パラメータs及び/又は商符号表インデックスhの一部のビットのみを含むこととしてもよい。この場合、補助情報に含まれない分離パラメータs及び/又は商符号表インデックスhのビットは、別途符号化されて出力されてもよいし、それらのビットがそのまま符号として出力されてもよい。例えば、補助情報が、複数のサブフレームにおける分離パラメータ s_i の各上位2ビットを統合した情報と商符号表インデックスhとを含む場合、各分離パラメータ s_i の残りのビットはそのまま符号として出力される。

【0280】

また、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ことはいうまでもない。

【0281】

また、上述の構成をコンピュータによって実現する場合、各装置が有すべき機能の処理内容はプログラムによって記述される。そして、このプログラムをコンピュータで実行することにより、上記処理機能がコンピュータ上で実現される。

【0282】

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。

【0283】

また、このプログラムの流通は、例えば、そのプログラムを記録したDVD、CD-ROM等の可搬型記録媒体を販売、譲渡、貸与等することによって行う。さらに、このプログラムをサーバコンピュータの記憶装置に格納しておき、ネットワークを介して、サーバコンピュータから他のコンピュータにそのプログラムを転送することにより、このプログラムを流通させる構成としてもよい。

【0284】

このようなプログラムを実行するコンピュータは、例えば、まず、可搬型記録媒体に記録されたプログラムもしくはサーバコンピュータから転送されたプログラムを、一旦、自己の記憶装置に格納する。そして、処理の実行時、このコンピュータは、自己の記録媒体に格納されたプログラムを読み取り、読み取ったプログラムに従った処理を実行する。また、このプログラムの別の実行形態として、コンピュータが可搬型記録媒体から直接プログラムを読み取り、そのプログラムに従った処理を実行することとしてもよく、さらに、

10

20

30

40

50

このコンピュータにサーバコンピュータからプログラムが転送されるたびに、逐次、受け取ったプログラムに従った処理を実行することとしてもよい。また、サーバコンピュータから、このコンピュータへのプログラムの転送は行わず、その実行指示と結果取得のみによって処理機能を実現する、いわゆるASP（Application Service Provider）型のサービスによって、上述の処理を実行する構成としてもよい。なお、本形態におけるプログラムには、電子計算機による処理の用に供する情報であってプログラムに準ずるもの（コンピュータに対する直接の指令ではないがコンピュータの処理を規定する性質を有するデータ等）を含むものとする。

【0285】

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

10

【産業上の利用可能性】

【0286】

本発明の産業上の利用分野としては、例えば、音響信号の可逆圧縮符号化・復号化技術を例示できる。また、本発明は、音響信号以外にも、映像信号、生体信号、地震波信号などの可逆圧縮符号化・復号化技術にも応用可能である。

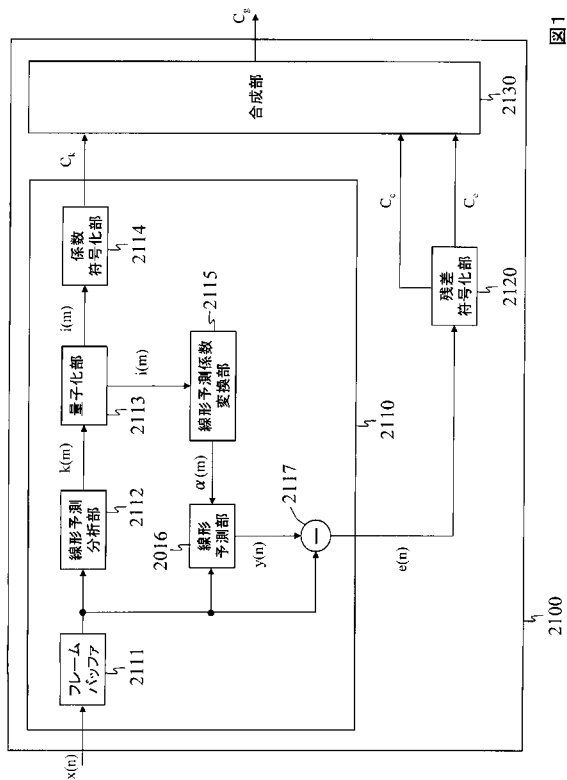
【符号の説明】

【0287】

- 100, 700, 2100 符号化装置
- 200, 800, 2200 復号装置

20

【図1】



【図2】

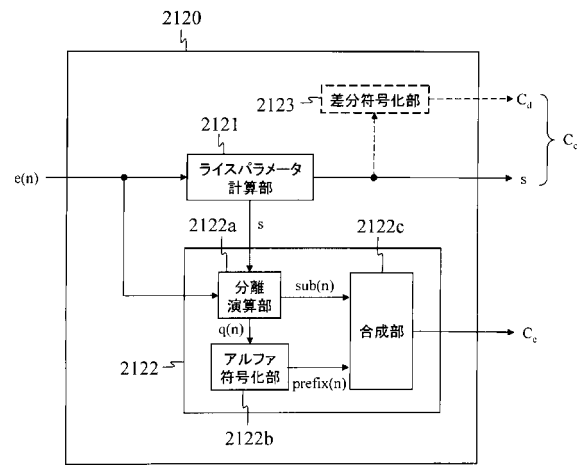


図2

【図3】

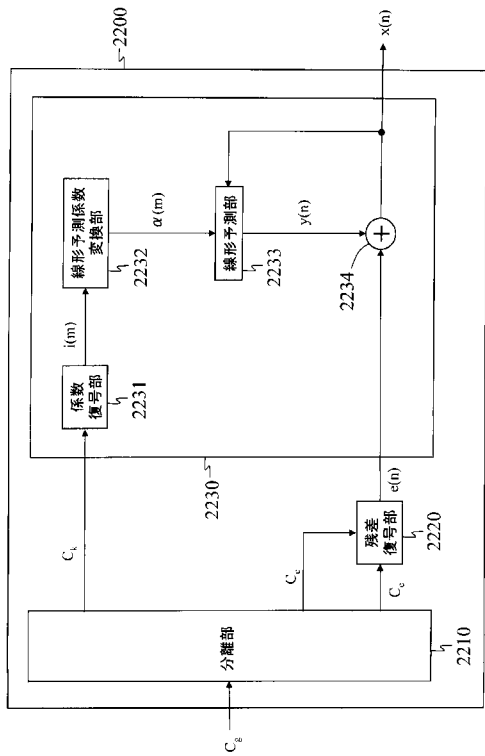


図3

【図4】

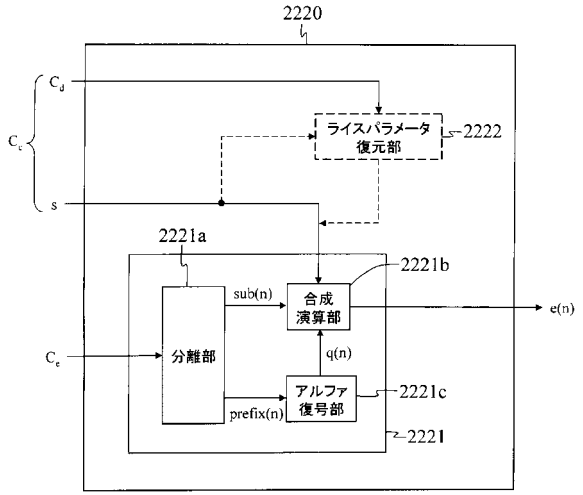
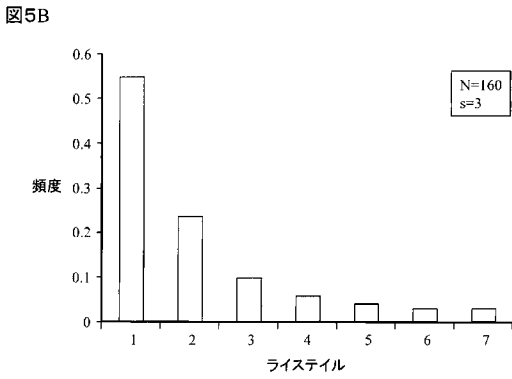
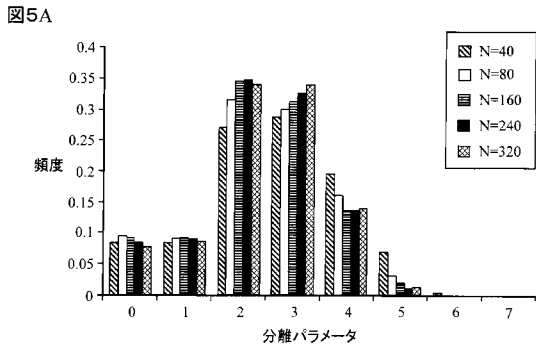
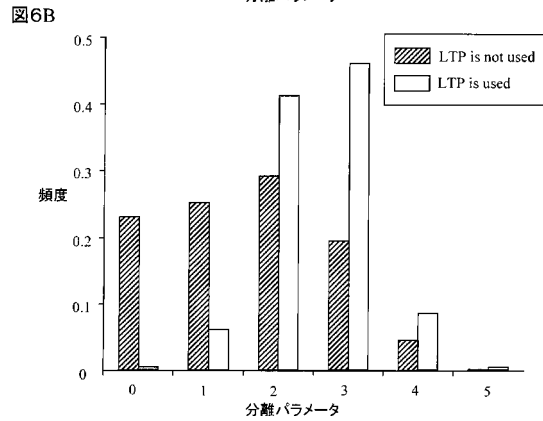
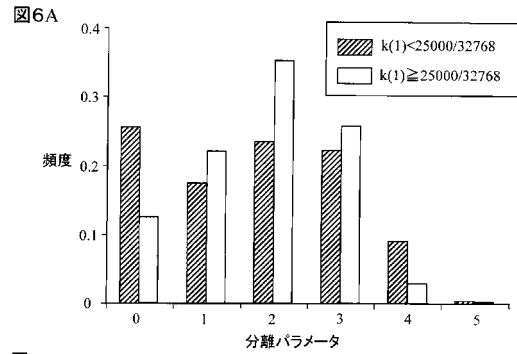


図4

【図5】



【図6】

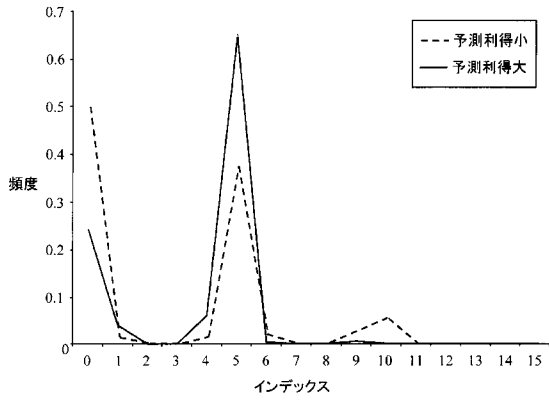


【図7】

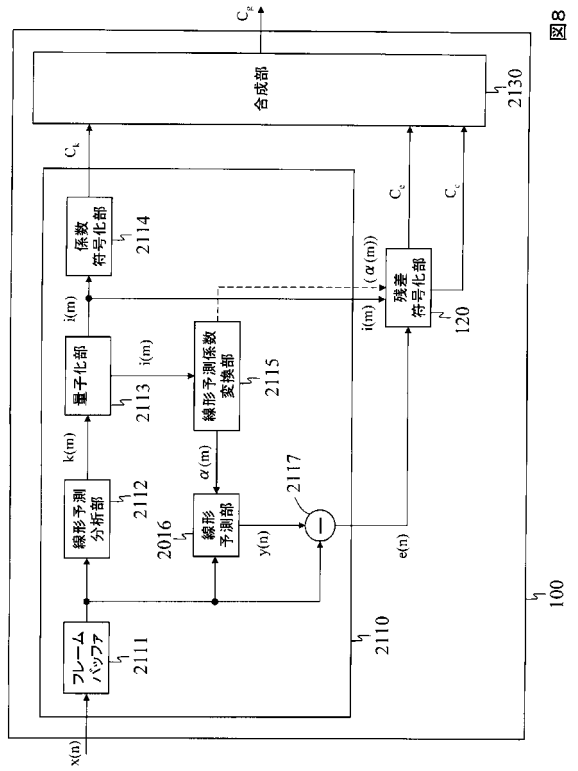
図7A

$s(0) \backslash s(1)$	00	01	10	11
00	0	1	2	3
01	4	5	6	7
10	8	9	10	11
11	12	13	14	15

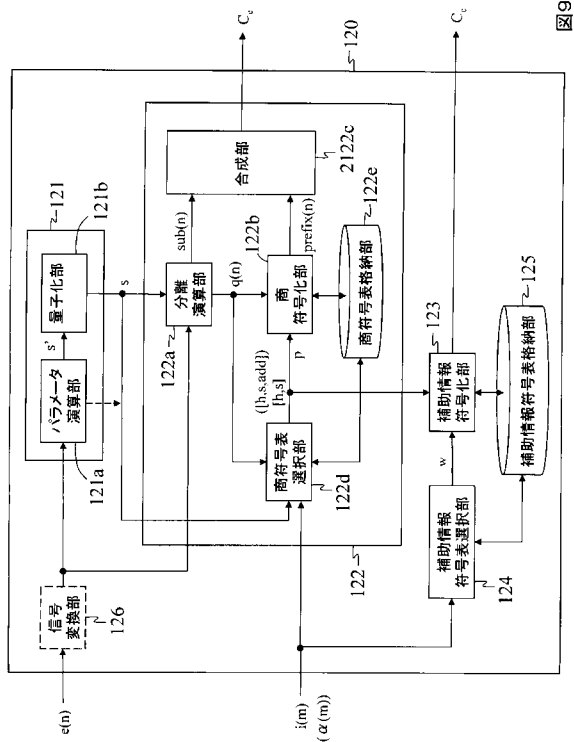
図7B



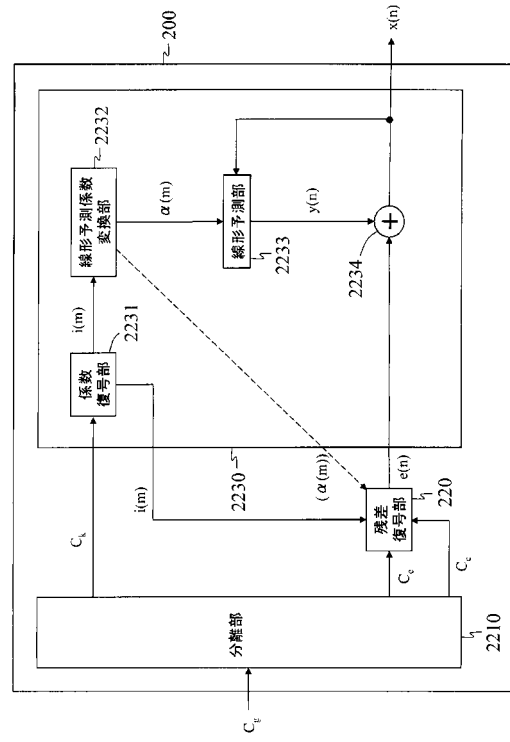
【図8】



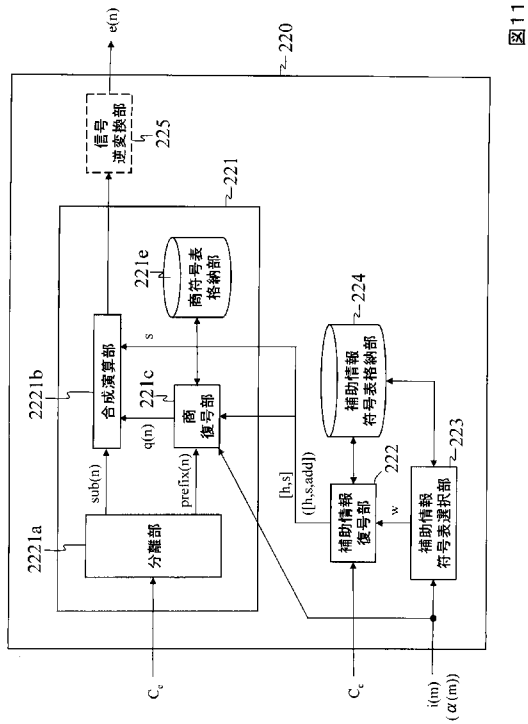
【図9】



【図10】



【図11】



【図12】

図12A

h \ s	0	1	2	3	4	その他
0	T1[0,0]	T1[0,1]	T1[0,2]	T1[0,3]	T1[0,4]	T1[0,E]
1	T1[1,0]	T1[1,1]	T1[1,2]	T1[1,3]	T1[1,4]	T1[1,E]
2	T1[2,0]	T1[2,1]	T1[2,2]	T1[2,3]	T1[2,4]	T1[2,E]
3	T1[3,0]	T1[3,1]	T1[3,2]	T1[3,3]	T1[3,4]	T1[3,E]
4	T1[4,0]	T1[4,1]	T1[4,2]	T1[4,3]	T1[4,4]	T1[4,E]

図12B

h \ s	0	1	2	3	4	その他
0	II	II	II	II	III	III
1	I	III	I	II	III	III
2	I	III	II	III	III	III
3	II	III	II	III	III	III
4	III	III	III	III	III	III

【図13】

図13A

h \ s	0	1	2	3	4	その他
0	T2[0,0]	T2[0,1]	T2[0,2]	T2[0,3]	T2[0,4]	T2[0,E]
1	T2[1,0]	T2[1,1]	T2[1,2]	T2[1,3]	T2[1,4]	T2[1,E]
2	T2[2,0]	T2[2,1]	T2[2,2]	T2[2,3]	T2[2,4]	T2[2,E]
3	T2[3,0]	T2[3,1]	T2[3,2]	T2[3,3]	T2[3,4]	T2[3,E]
4	T2[4,0]	T2[4,1]	T2[4,2]	T2[4,3]	T2[4,4]	T2[4,E]

図13B

h \ s	0	1	2	3	4	その他
0	III	III	I	I	II	III
1	III	III	I	II	III	III
2	II	II	II	II	III	III
3	II	II	II	II	III	III
4	III	III	II	II	III	III

【図14】

入力値	符号	ビット数
0	0	1
1	10	2
2	110	3
3	1110	4
4	11110	5
5	111110	6
6	1111110	7
7	1111111	7

図14B

入力値	符号	ビット数
0	110	3
1	10	2
2	0	1
3	1110	4
4	11110	5
5	111110	6
6	1111110	7
7	1111111	7

図14A

【 図 1 5 】

Tc[1]	
[h,s]	符号
[1,0]	0
[2,0]	10
[1,2]	110
[0,0]	1110
[0,3]	11110
[0,2]	111110
[2,2]	1111111
[3,2]	11111100
[1,3]	111111010
⋮	⋮
[4,E]	11111...10

図15A

Tc[2]	
[h,s]	符号
[0,2]	0
[0,3]	10
[1,2]	110
[1,3]	1110
[2,2]	11110
[2,3]	111110
[2,0]	1111111
[2,1]	11111100
[3,2]	111111010
⋮	⋮
[4,E]	11111...10

図15B

【 図 1 6 】

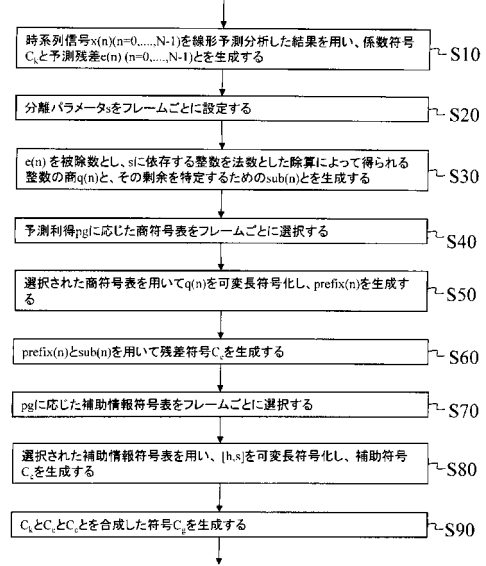


図16

【 図 1 7 】

図17A

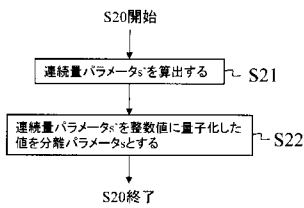
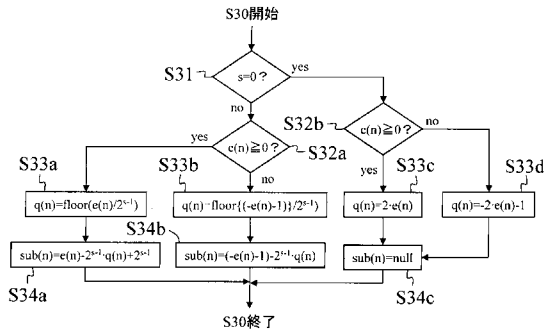


図17B



【 図 1 8 】

図18A

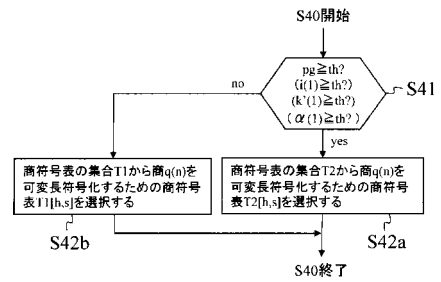
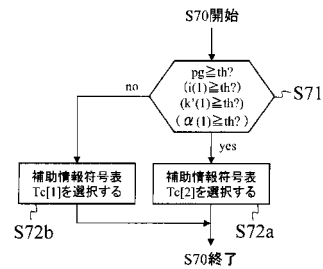


図18B



【図19】

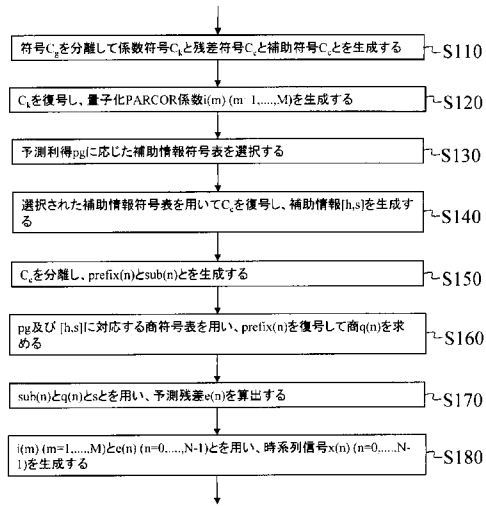


図19

【図20】

図20A

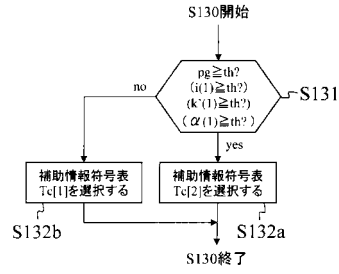
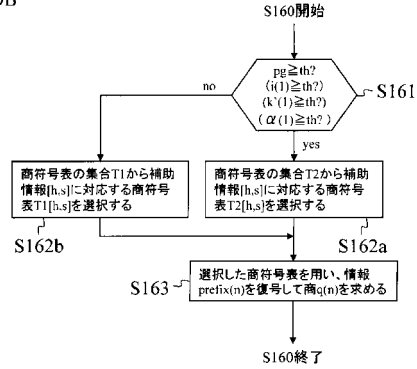


図20B



【図21】

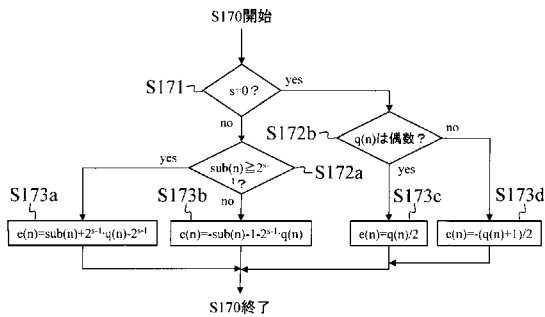


図21

【図22】

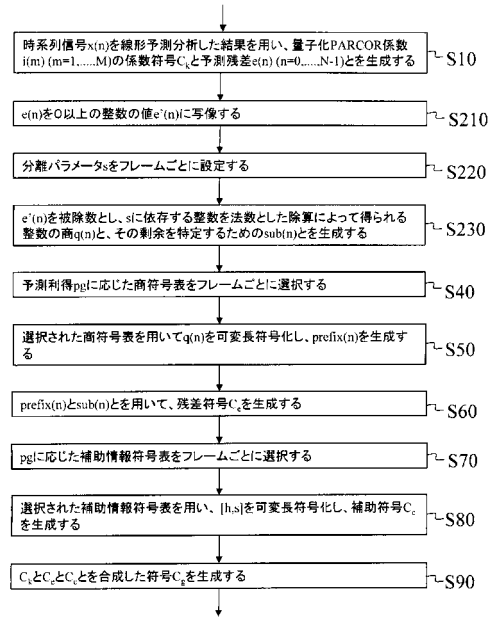


図22

【図23】

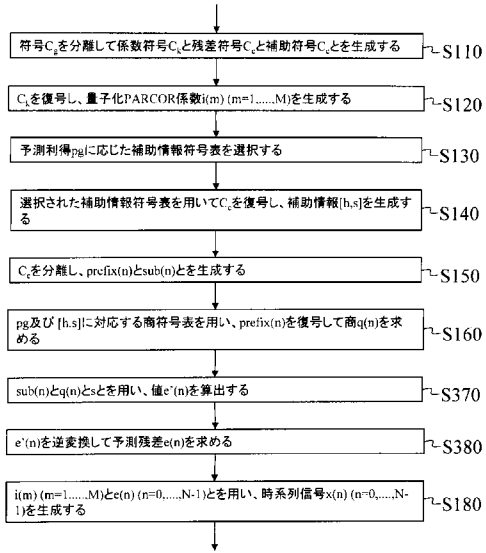


図23

【図24】

図24A

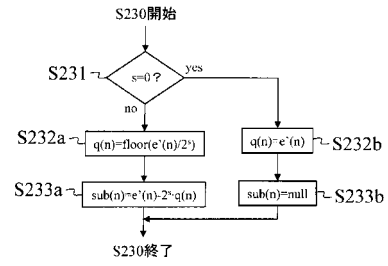
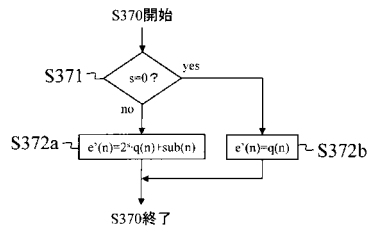


図24B



【図25】

図25A

		T1				
		s	0	2	4	その他
h	0	T1[0,0]	T1[0,2]	T1[0,4]	T1[0,E]	
	1	T1[1,0]	T1[1,2]	T1[1,4]	T1[1,E]	
	2	T1[2,0]	T1[2,2]	-	-	
	3	T1[3,0]	T1[3,2]	-	-	
	4	T1[4,0]	T1[4,2]	-	-	

図25B

		T1				
		s	0	2	4	その他
h	0	II	II	III	III	
	1	I	I	III	III	
	2	I	II	-	-	
	3	II	II	-	-	
	4	III	III	-	-	

【図26】

図26A

		T2				
		s	0	2	4	その他
h	0	T2[0,0]	T2[0,2]	T2[0,4]	T2[0,E]	
	1	-	T2[1,2]	T2[1,4]	T2[1,E]	
	2	-	T2[2,2]	-	-	
	3	-	T2[3,2]	-	-	
	4	-	T2[4,2]	-	-	

図26B

		T2				
		s	0	2	4	その他
h	0	III	I	III	III	
	1	-	I	III	III	
	2	-	II	-	-	
	3	-	II	-	-	
	4	-	II	-	-	

【図27】

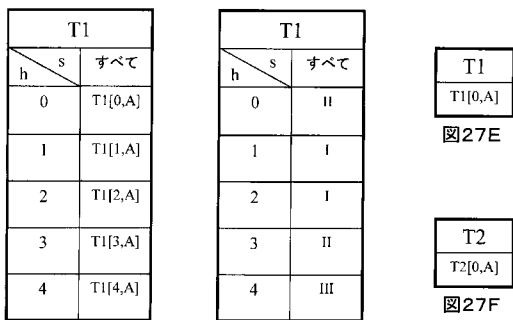


図27A

図27B

図27E

図27F

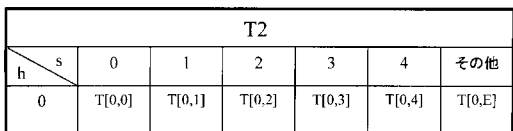


図27C

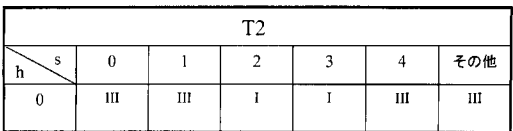


図27D

【図28】

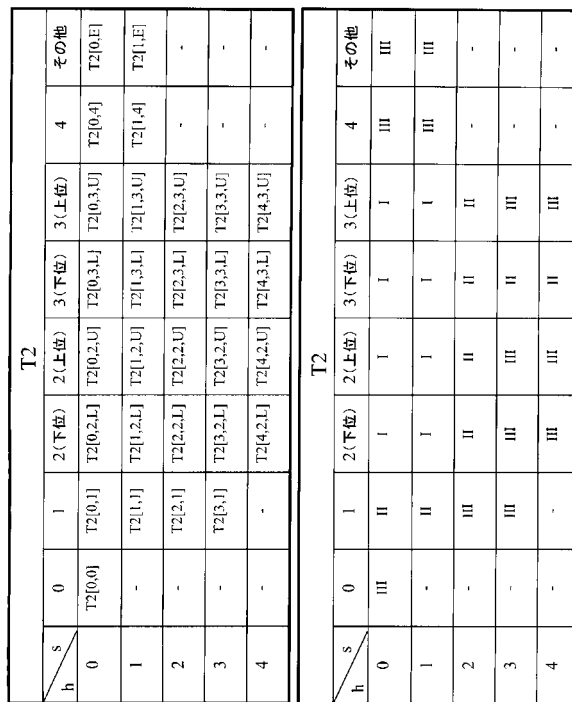


図28A

図28B

【図29】

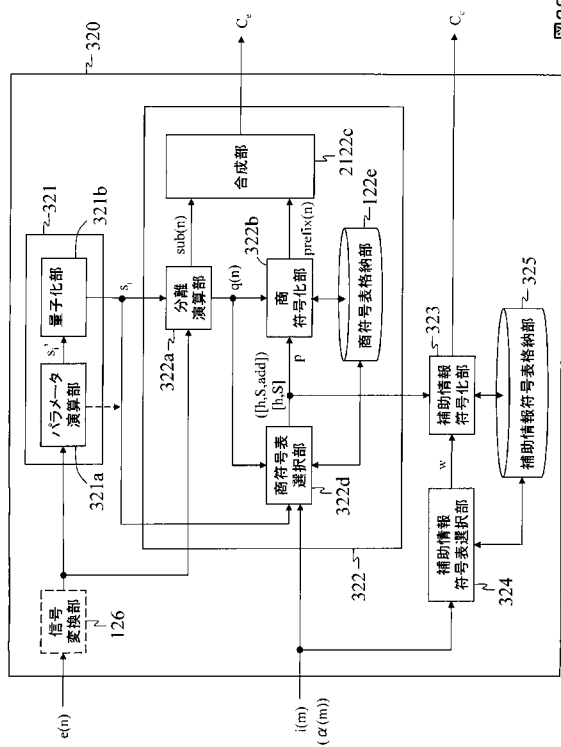


図29

【図30】

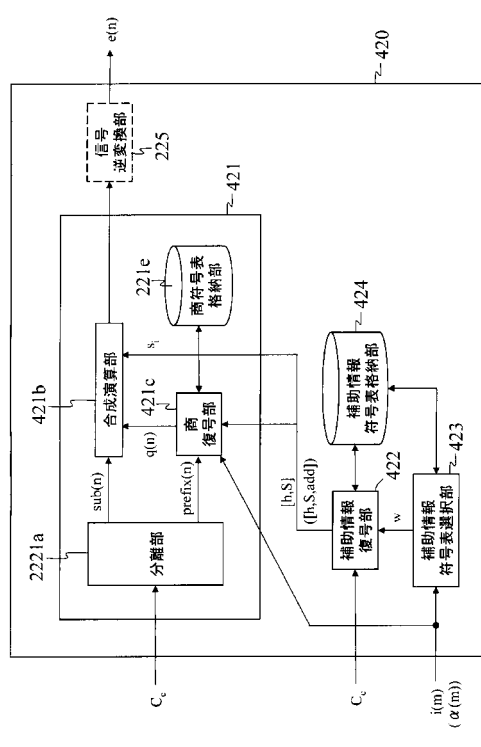


図30

【図31】

		T1						T2													
		22	21	20	12	11	10	02	01	00	22	21	20	12	11	10	02	01	00		
$S=s_1/s_2$	h	0	II	III	III	II	II	II	II	II	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	
		1	I	II	II	III	III	III	III	III	I	II	II	III	III	III	III	III	III	III	
		2	II	III	III	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II
		3	II	III	III	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II	II

図31A

図31B

【図32】

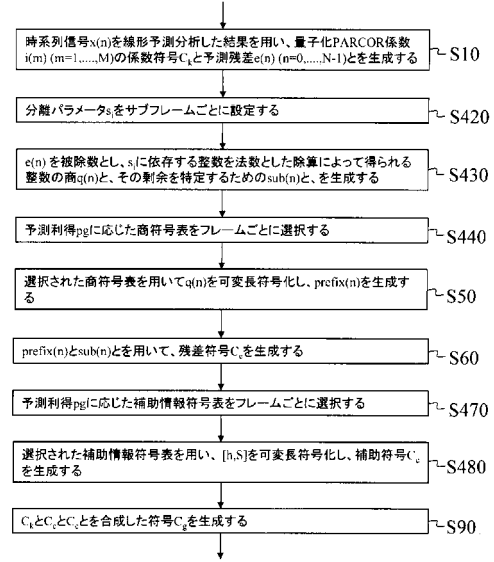


図32

【図33】

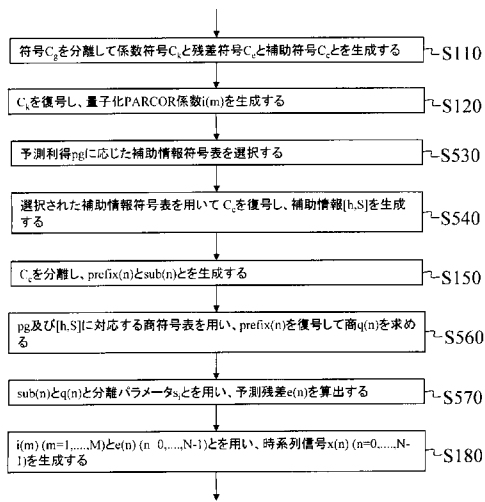


図33

【図34】

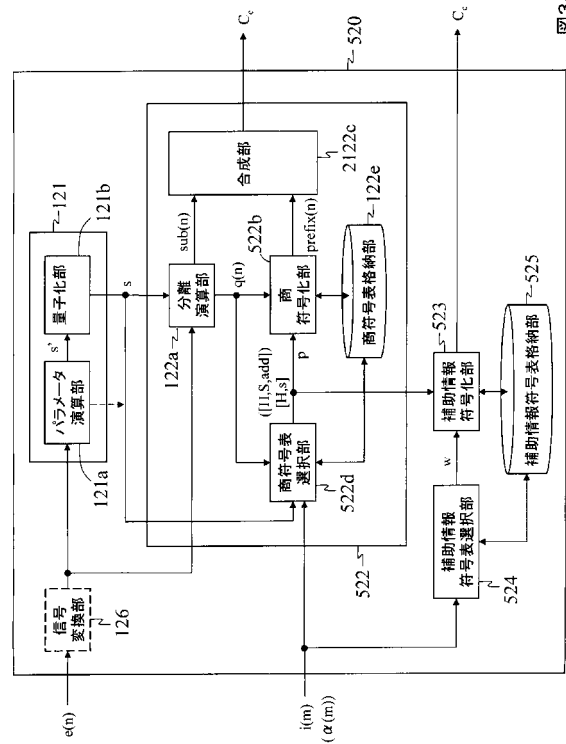


図34

【 図 3 5 】

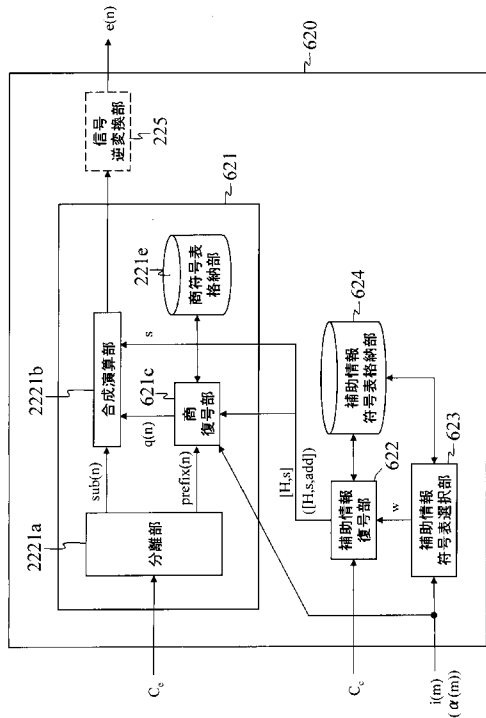


図35

【 図 3 6 】

		T1			T2		
		s			s		
H=h ₁ h ₂		0	2	4	0	2	4
00	II	II	III	III	II	I	II
01	I	II	III	III	II	I	II
02	I	I	II	II	III	II	III
03	I	II	II	II	III	II	III
10	II	II	II	II	II	I	II
11	I	III	III	III	II	I	II
12	II	III	III	III	III	II	II
13	II	III	III	III	III	II	III
20	II	III	III	III	-	II	III
21	II	III	III	III	-	II	III
22	III	III	-	-	-	III	III
23	III	-	-	-	-	III	III
30	II	-	-	-	-	II	III
31	-	III	-	-	-	III	-
32	-	III	-	-	-	III	-
33	-	III	-	-	-	III	-

図36A

図36B

【 図 3 7 】

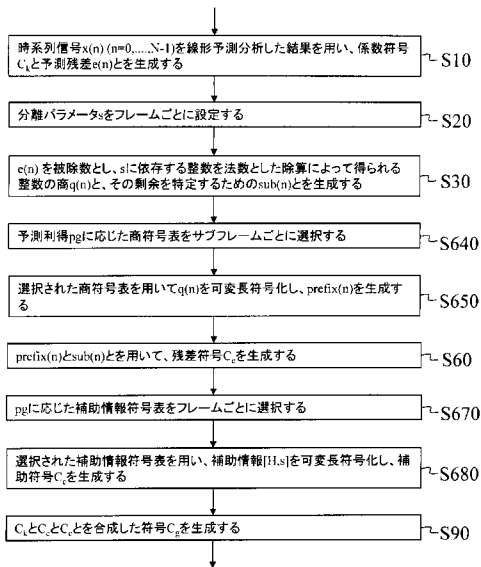


図37

【 図 3 8 】

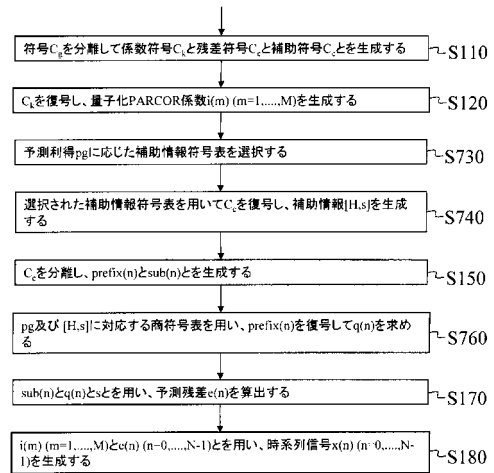


図38

【 図 3 9 】

		T1									
$S=s_1 s_2$		00	01	02	10	11	12	20	21	22	
$H=h_1 h_2$	00	III	III	I	III	III	I	I	I	I	
	01	-	III	II	-	III	II	I	I	I	
	02	-	III	III	-	III	II	II	II	I	
	03	-	-	III	-	III	II	II	II	I	
	...										
	32	-	III	II	-	III	III	II	II	II	
	33	-	III	II	-	III	III	III	III	II	

図39

【 図 4 0 】

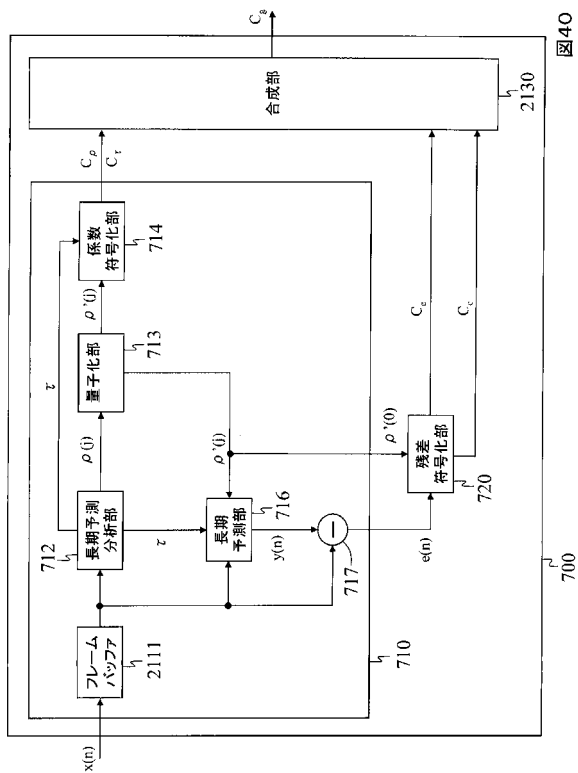


図40

【 図 4 1 】

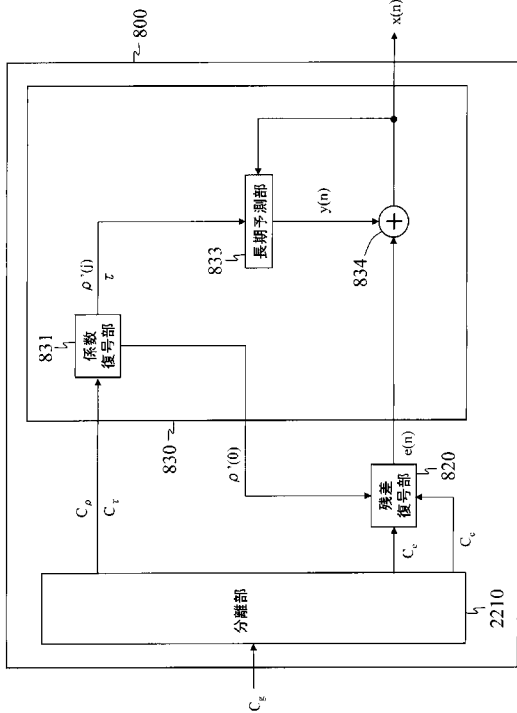


図41

【 図 4 2 】

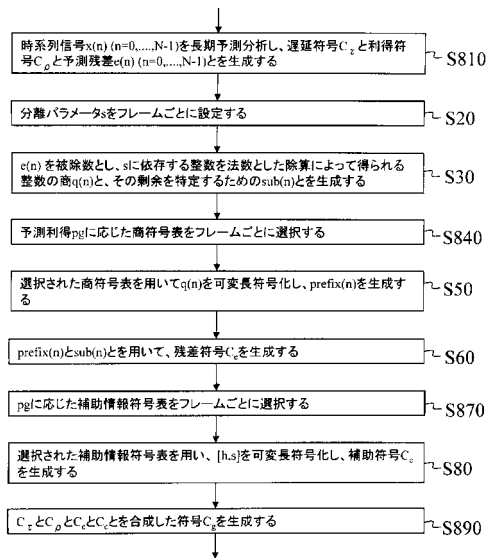


図42

【 図 4 3 】

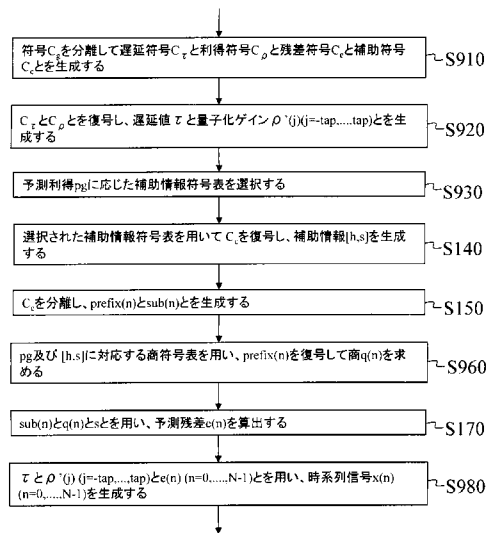


図 43

【 図 4 4 】

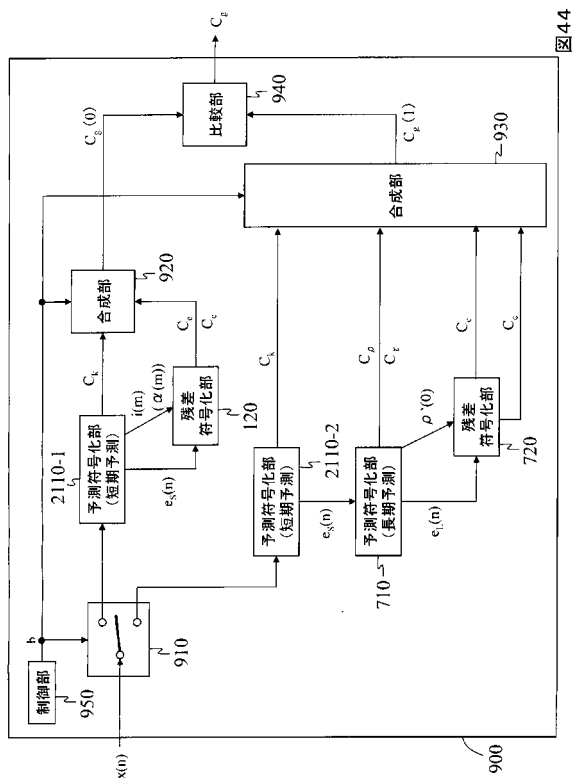


図44

【 図 4 5 】

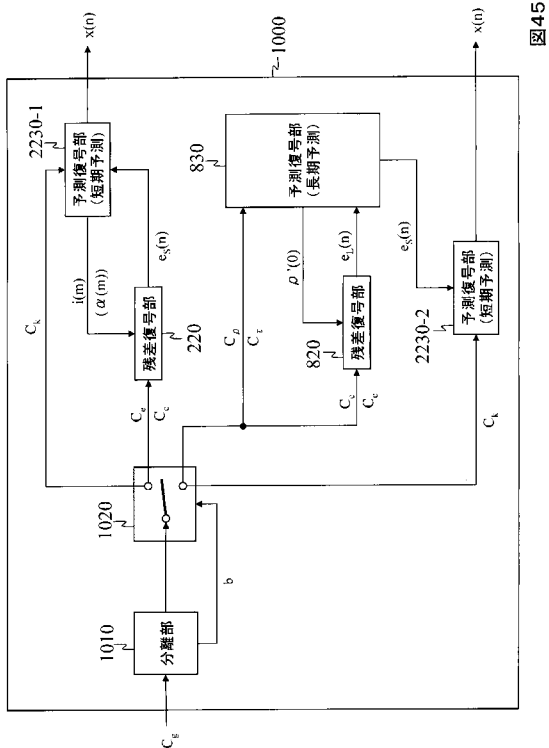


図45

【 図 4 6 】

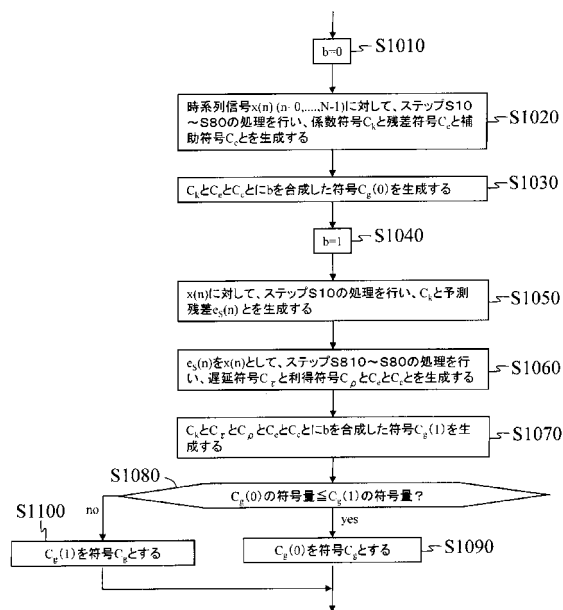


図46

【 図 4 7 】

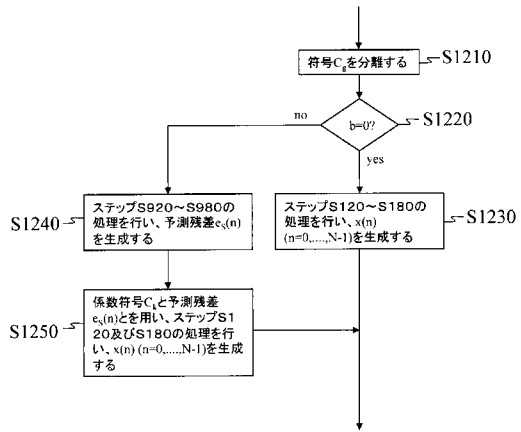


図47

フロントページの続き

(72)発明者 鎌本 優

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 山下 剛史

(56)参考文献 特開2002-278600(JP,A)

特開2004-151433(JP,A)

特開2003-332914(JP,A)

特開平11-272297(JP,A)

特開2007-34230(JP,A)

特開平10-154000(JP,A)

Tilman Liebchen, et al., "MPEG-4 ALS: an Emerging Standard for Lossless Audio Coding"
, Proceedings of the 2004 Data Compression Conference(DCC 2004), IEEE, 2004年 3
月, pp.439-448

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10L 19/00 - 19/26

H03M 7/30 - 7/40