

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5355244号
(P5355244)

(45) 発行日 平成25年11月27日(2013.11.27)

(24) 登録日 平成25年9月6日(2013.9.6)

(51) Int.Cl. F I
H03M 7/30 (2006.01) H03M 7/30 B

請求項の数 14 (全 46 頁)

(21) 出願番号	特願2009-149008 (P2009-149008)	(73) 特許権者	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(22) 出願日	平成21年6月23日(2009.6.23)	(74) 代理人	100121706 弁理士 中尾 直樹
(65) 公開番号	特開2011-9869 (P2011-9869A)	(74) 代理人	100128705 弁理士 中村 幸雄
(43) 公開日	平成23年1月13日(2011.1.13)	(74) 代理人	100147773 弁理士 義村 宗洋
審査請求日	平成24年5月21日(2012.5.21)	(74) 代理人	100066153 弁理士 草野 卓
		(72) 発明者	福井 勝宏 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、符号化器、復号器およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

(A) 所定数の第1符号化対象信号またはそれらに対応する所定数の信号、を要素とするベクトルを量子化し、前記第1符号化対象信号にそれぞれ対応する第1量子化信号と、当該第1量子化信号を特定するための第1量子化インデックスと、を生成して出力するステップと、

(B) 前記所定数の第1符号化対象信号のうち、基準値よりも振幅値が小さな前記第1符号化対象信号の個数、または、振幅値が前記基準値以下の前記第1符号化対象信号の個数、を特定する判定値に基づき、

振幅値が0の前記第1量子化信号に対応する前記第1符号化対象信号のみを第2符号化対象信号とし、当該第2符号化対象信号を量子化する符号化方式、

前記第1量子化信号の振幅値が0の場合に、複数の前記第1符号化対象信号の振幅値からなる集合に依存する量子化正規化基準値と前記第1符号化対象信号の絶対値とから求めた誤差信号を第2符号化対象信号とし、前記第1量子化信号の振幅値が0以外の場合に、前記第1符号化対象信号の絶対値と前記第1量子化信号の絶対値とから求めた誤差信号を第2符号化対象信号とし、当該第2符号化対象信号を量子化する符号化方式、および

振幅値が0の前記第1量子化信号に対応する前記第1符号化対象信号のみについて、前記第1符号化対象信号が正であるか負であるかを示す正負符号情報を生成する符号化方式

、
うちの何れか1つ以上を含む2つ以上の符号化方式から、前記所定数の第1符号化対象

信号に対応する符号化方式を選択し、選択した符号化方式を特定するためのモード情報を生成して出力するステップと、

(C) 前記第 1 量子化信号を少なくとも用い、前記ステップ(B)で選択された前記符号化方式に則って符号化処理を行うステップと、

を有する符号化方法。

【請求項 2】

(A) 所定数の第 1 符号化対象信号またはそれらに対応する所定数の信号、を要素とするベクトルを量子化し、前記第 1 符号化対象信号にそれぞれ対応する第 1 量子化信号と、当該第 1 量子化信号を特定するための第 1 量子化インデックスと、を生成して出力するステップと、

10

(B) 前記所定数の第 1 符号化対象信号のうち、基準値よりも振幅値が小さな前記第 1 符号化対象信号の個数、または、振幅値が前記基準値以下の前記第 1 符号化対象信号の個数、を特定する判定値に基づき、前記所定数の第 1 符号化対象信号に対応する符号化方式を選択し、選択した符号化方式を特定するためのモード情報を生成して出力するステップと、

(C) 前記第 1 量子化信号を少なくとも用い、前記ステップ(B)で選択された前記符号化方式に則って符号化処理を行うステップと、を有し、

前記ステップ(B)は、

(B-1) 前記判定値と所定の閾値とを比較する閾値判定により、前記所定数の第 1 符号化対象信号の集合が、振幅値の小さな前記第 1 符号化対象信号が多い側のスパース分類に属するか、振幅値の小さな前記第 1 符号化対象信号が少ない側の非スパース分類に属するか、を判定するステップと、

20

(B-2) 前記ステップ(B-1)において前記所定数の第 1 符号化対象信号の集合が前記スパース分類に属すると判定された場合、前記所定数の第 1 符号化対象信号にそれぞれ対応する前記第 1 量子化信号のうち振幅値が 0 の第 1 量子化信号の個数を特定する第 2 判定値と所定の第 2 閾値とを比較する閾値判定により、前記所定数の第 1 符号化対象信号にそれぞれ対応する第 1 量子化信号の集合が、振幅値が 0 の第 1 量子化信号の個数が多い側の第 1 分類に属するか、振幅値が 0 の第 1 量子化信号の個数が少ない側の第 2 分類に属するかを判定するステップと、

(B-3) 前記ステップ(B-1)において前記所定数の第 1 符号化対象信号の集合が前記非スパース分類に属すると判定された場合、前記所定数の第 1 符号化対象信号の振幅値の統計的ばらつきを特定する第 3 判定値と所定の第 3 閾値とを比較する閾値判定により、前記所定数の第 1 符号化対象信号の集合が、前記統計的ばらつきが大きい側の第 3 分類に属するか、前記統計的ばらつきが小さい側の第 4 分類に属するかを判定するステップと、を含み、

30

前記所定数の第 1 符号化対象信号の集合が前記第 1 分類に属すると判定された場合には第 1 符号化方式を選択し、前記第 2 分類に属すると判定された場合には第 2 符号化方式を選択し、前記第 3 分類に属すると判定された場合には第 3 符号化方式を選択し、前記第 4 分類に属すると判定された場合には第 4 符号化方式を選択し、

前記第 1 符号化方式は、前記第 1 符号化対象信号と前記第 1 量子化信号とから求めた誤差信号を第 2 符号化対象信号とし、当該第 2 符号化対象信号を量子化する方式であり、

40

前記第 2 符号化方式は、振幅値が 0 の前記第 1 量子化信号に対応する前記第 1 符号化対象信号のみを第 2 符号化対象信号とし、当該第 2 符号化対象信号を量子化する方式であり、

前記第 3 符号化方式は、前記第 1 量子化信号の振幅値が 0 の場合に、複数の前記第 1 符号化対象信号の振幅値からなる集合に依存する量子化正規化基準値と前記第 1 符号化対象信号の絶対値とから求めた誤差信号を第 2 符号化対象信号とし、前記第 1 量子化信号の振幅値が 0 以外の場合に、前記第 1 符号化対象信号の絶対値と前記第 1 量子化信号の絶対値とから求めた誤差信号を第 2 符号化対象信号とし、当該第 2 符号化対象信号を量子化する方式であり、

50

前記第4符号化方式は、振幅値が0の前記第1量子化信号に対応する前記第1符号化対象信号のみについて、前記第1符号化対象信号が正であるか負であることを示す正負符号情報を生成する方式である、

ことを特徴とする符号化方法。

【請求項3】

請求項2の符号化方法であって、

前記ステップ(B-3)は、所定の割り当てられたビット数から、前記第1量子化信号を特定するために必要なビット数を減じた残存ビット数が所定値 R ($R - 1$)以上である場合に実行されるステップであり、

前記ステップ(B-1)において前記所定数の第1符号化対象信号の集合が前記非スパーズ分類に属すると判定され、かつ、前記残存ビット数が所定値 R 未満である場合には、前記第3判定値の値にかかわらず、予め定められた前記第3符号化方式または前記第4符号化方式が選択され、

前記残存ビット数が所定値 R 以上である場合の前記モード情報のビット長は、前記ステップ(B-1)での判定と前記ステップ(B-3)での判定とによって分岐する判定結果を表現可能な第1ビット長とされ、

前記残存ビット数が所定値 R 未満である場合の前記モード情報のビット長は、前記ステップ(B-1)によって分岐する判定結果のみを表現可能な第2ビット長とされ、

前記所定値 R は、前記第1ビット長から前記第2ビット長を減じた値に等しい、

ことを特徴とする符号化方法。

【請求項4】

請求項1から3の何れかの符号化方法であって、

前記所定数の第1符号化対象信号の集合は、それぞれ、何れかの離散時間区間に対応し、

前記ステップ(B)及び(C)は、前記所定数の第1符号化対象信号の集合に対応する離散時間区間ごとに実行されるステップであり、

前記ステップ(B)は、隣り合う離散時間区間に対応する各判定結果が互いに相違する頻度を低くするための平滑化処理を行うステップを含む、

ことを特徴とする符号化方法。

【請求項5】

(a) 少なくとも第1量子化インデックスを復号して所定数の第1量子化信号を得るステップと、

(b) 少なくともモード情報を用い、

少なくとも第2量子化インデックスを用いて所定数の第2量子化信号を復号し、当該第2量子化信号またはそれと同値の信号と、振幅値が0でない第1量子化信号と、を含む復号信号を生成する復号方式、

少なくとも第2量子化インデックスを用いて所定数の第2量子化信号を復号し、少なくとも第3量子化インデックスを用いて量子化正規化基準値を復号し、前記第1量子化信号の振幅値が0の場合に、前記第2量子化信号を誤差信号として前記量子化正規化基準値を誤差修正することで復号信号を生成し、前記第1量子化信号の振幅値が0以外の場合に、前記第2量子化信号を誤差信号として前記第1量子化信号を誤差修正することで復号信号を生成する復号方式、および

少なくとも正負符号情報を用いて当該正負符号情報が示す正または負の符号を持つ信号を生成し、当該正または負の符号を持つ信号またはそれと同値の信号と、振幅値が0でない第1量子化信号と、を含む復号信号を生成する復号方式、

のうちの何れか1つ以上を含む2つ以上の復号方式から、或る復号方式を特定するステップと、

(c) 前記ステップ(b)で特定された復号方式に則り、少なくとも前記第1量子化値を用いて復号信号を生成し、生成した復号信号を出力するステップと、

を有する復号方法。

【請求項6】

(a) 少なくとも第1量子化インデックスを復号して所定数の第1量子化信号を得るステップと、

(b) 少なくともモード情報を用いて復号方式を特定するステップと、

(c) 前記ステップ(b)で特定された復号方式に則り、少なくとも前記第1量子化値を用いて復号信号を生成し、生成した復号信号を出力するステップと、を有し、

前記ステップ(b)は、

(b-1) 前記モード情報が所定値であった場合に、前記ステップ(a)で出力された前記第1量子化信号のうち振幅値が0の第1量子化信号の個数を特定する第2判定値と所定の第2閾値とを比較する閾値判定を行って、前記所定数の第1量子化信号の集合が、振幅値が0の第1量子化信号の個数が多い側の第1分類に属するか、振幅値が0の第1量子化信号の個数が少ない側の第2分類に属するかを判定し、前記第1分類に属する場合には第1復号方式を選択し、前記第2分類に属する場合には第2復号方式を選択するステップと、

(b-2) 前記モード情報が前記所定値以外であった場合に、前記モード情報が示す第3復号方式または第4復号方式を選択するステップと、を含み、

前記第1復号方式は、少なくとも第2量子化インデックスを用いて所定数の第2量子化信号を復号し、当該第2量子化信号を誤差信号として前記第1量子化信号を誤差修正することで復号信号を生成する方式であり、

前記第2復号方式は、少なくとも第2量子化インデックスを用いて所定数の第2量子化信号を復号し、当該第2量子化信号またはそれと同値の信号と、振幅値が0でない第1量子化信号と、を含む復号信号を生成する方式であり、

前記第3復号方式は、少なくとも第2量子化インデックスを用いて所定数の第2量子化信号を復号し、少なくとも第3量子化インデックスを用いて量子化正規化基準値を復号し、前記第1量子化信号の振幅値が0の場合に、前記第2量子化信号を誤差信号として前記量子化正規化基準値を誤差修正することで復号信号を生成し、前記第1量子化信号の振幅値が0以外の場合に、前記第2量子化信号を誤差信号として前記第1量子化信号を誤差修正することで復号信号を生成する方式であり、

前記第4復号方式は、少なくとも正負符号情報を用いて当該正負符号情報が示す正または負の符号を持つ信号を生成し、当該正または負の符号を持つ信号またはそれと同値の信号と、振幅値が0でない第1量子化信号と、を含む復号信号を生成する方式である、

ことを特徴とする復号方法。

【請求項7】

請求項5または6の復号方法であって、

前記ステップ(b)は、

(b-1) 所定の割り当てられたビット数から、前記第1量子化信号を特定するために必要なビット数を減じた残存ビット数が所定値 R ($R \geq 1$)以上であるか否かを判定するステップと、

(b-2) 前記残存ビット数が所定値 R 以上である場合、前記符号の所定の位置から所定の第1ビット長を抽出してこれを前記モード情報とし、前記残存ビット数が所定値 R 未満である場合、前記符号の所定の位置から所定の第2ビット長を抽出してこれを前記モード情報とするステップと、を含み、

前記所定値 R は、前記第1ビット長から前記第2ビット長を減じた値に等しい、

ことを特徴とする復号方法。

【請求項8】

(a) 少なくとも第1量子化インデックスを復号して所定数の第1量子化信号を得るステップと、

(b) 少なくともモード情報を用いて復号方式を特定するステップと、

(c) 前記ステップ(b)で特定された復号方式に則り、少なくとも前記第1量子化値を用いて復号信号を生成し、生成した復号信号を出力するステップと、を有し、

前記ステップ(b)は、

(b-1) 所定の割り当てられたビット数から、前記第 1 量子化信号を特定するために必要なビット数を減じた残存ビット数が所定値 $R - 1$ 以上であるか否かを判定するステップと、

(b-2) 前記残存ビット数が所定値 R 以上である場合、前記符号の所定の位置から所定の第 1 ビット長を抽出してこれを前記モード情報とし、前記残存ビット数が所定値 R 未満である場合、前記符号の所定の位置から所定の第 2 ビット長を抽出してこれを前記モード情報とするステップと、含み、

前記所定値 R は、前記第 1 ビット長から前記第 2 ビット長を減じた値に等しい、ことを特徴とする復号方法。

【請求項 9】

所定数の第 1 符号化対象信号またはそれらに対応する所定数の信号、を要素とするベクトルを量子化し、前記第 1 符号化対象信号にそれぞれ対応する第 1 量子化信号と、当該第 1 量子化信号を特定するための第 1 量子化インデックスと、を生成して出力し、前記所定数の第 1 符号化対象信号のうち、基準値よりも振幅値が小さな前記第 1 符号化対象信号の個数、または、振幅値が前記基準値以下の前記第 1 符号化対象信号の個数、を特定する判定値に基づき、

振幅値が 0 の前記第 1 量子化信号に対応する前記第 1 符号化対象信号のみを第 2 符号化対象信号とし、当該第 2 符号化対象信号を量子化する符号化方式、

前記第 1 量子化信号の振幅値が 0 の場合に、複数の前記第 1 符号化対象信号の振幅値からなる集合に依存する量子化正規化基準値と前記第 1 符号化対象信号の絶対値とから求めた誤差信号を第 2 符号化対象信号とし、前記第 1 量子化信号の振幅値が 0 以外の場合に、前記第 1 符号化対象信号の絶対値と前記第 1 量子化信号の絶対値とから求めた誤差信号を第 2 符号化対象信号とし、当該第 2 符号化対象信号を量子化する符号化方式、および

振幅値が 0 の前記第 1 量子化信号に対応する前記第 1 符号化対象信号のみについて、前記第 1 符号化対象信号が正であるか負であるかを示す正負符号情報を生成する符号化方式

のうちの何れか 1 つ以上を含む 2 つ以上の符号化方式から、前記所定数の第 1 符号化対象信号に対応する符号化方式を選択し、選択した符号化方式を特定するためのモード情報を生成して出力し、前記第 1 量子化信号を少なくとも用い、選択された前記符号化方式に則って符号化処理を行う、

ことを特徴とする符号化器。

【請求項 10】

所定数の第 1 符号化対象信号またはそれらに対応する所定数の信号、を要素とするベクトルを量子化し、前記第 1 符号化対象信号にそれぞれ対応する第 1 量子化信号と、当該第 1 量子化信号を特定するための第 1 量子化インデックスと、を生成して出力し、前記所定数の第 1 符号化対象信号のうち、基準値よりも振幅値が小さな前記第 1 符号化対象信号の個数、または、振幅値が前記基準値以下の前記第 1 符号化対象信号の個数、を特定する判定値に基づき、前記所定数の第 1 符号化対象信号に対応する符号化方式を選択し、選択した符号化方式を特定するためのモード情報を生成して出力し、前記第 1 量子化信号を少なくとも用い、選択された前記符号化方式に則って符号化処理を行い、

前記符号化方式の選択では、

前記判定値と所定の閾値とを比較する閾値判定により、前記所定数の第 1 符号化対象信号の集合が、振幅値の小さな前記第 1 符号化対象信号が多い側のスパース分類に属するか、振幅値の小さな前記第 1 符号化対象信号が少ない側の非スパース分類に属するかを判定し、

前記所定数の第 1 符号化対象信号の集合が前記スパース分類に属すると判定された場合、前記所定数の第 1 符号化対象信号にそれぞれ対応する前記第 1 量子化信号のうち振幅値が 0 の第 1 量子化信号の個数を特定する第 2 判定値と所定の第 2 閾値とを比較する閾値判定により、前記所定数の第 1 符号化対象信号にそれぞれ対応する第 1 量子化信号の集合が、振幅値が 0 の第 1 量子化信号の個数が多い側の第 1 分類に属するか、振幅値が 0 の第 1

10

20

30

40

50

量子化信号の個数が少ない側の第2分類に属するかを判定し、

前記所定数の第1符号化対象信号の集合が前記非スパス分類に属すると判定された場合、前記所定数の第1符号化対象信号の振幅値の統計的ばらつきを特定する第3判定値と所定の第3閾値とを比較する閾値判定により、前記所定数の第1符号化対象信号の集合が、前記統計的ばらつきが大きい側の第3分類に属するか、前記統計的ばらつきが小さい側の第4分類に属するかを判定し、

前記所定数の第1符号化対象信号の集合が前記第1分類に属すると判定された場合には第1符号化方式を選択し、前記第2分類に属すると判定された場合には第2符号化方式を選択し、前記第3分類に属すると判定された場合には第3符号化方式を選択し、前記第4分類に属すると判定された場合には第4符号化方式を選択し、

10

前記第1符号化方式は、前記第1符号化対象信号と前記第1量子化信号とから求めた誤差信号を第2符号化対象信号とし、当該第2符号化対象信号を量子化する方式であり、

前記第2符号化方式は、振幅値が0の前記第1量子化信号に対応する前記第1符号化対象信号のみを第2符号化対象信号とし、当該第2符号化対象信号を量子化する方式であり、

前記第3符号化方式は、前記第1量子化信号の振幅値が0の場合に、複数の前記第1符号化対象信号の振幅値からなる集合に依存する量子化正規化基準値と前記第1符号化対象信号の絶対値とから求めた誤差信号を第2符号化対象信号とし、前記第1量子化信号の振幅値が0以外の場合に、前記第1符号化対象信号の絶対値と前記第1量子化信号の絶対値とから求めた誤差信号を第2符号化対象信号とし、当該第2符号化対象信号を量子化する方式であり、

20

前記第4符号化方式は、振幅値が0の前記第1量子化信号に対応する前記第1符号化対象信号のみについて、前記第1符号化対象信号が正であるか負であることを示す正負符号情報を生成する方式である、

ことを特徴とする符号化器。

【請求項11】

少なくとも第1量子化インデックスを復号して所定数の第1量子化信号を得、少なくともモード情報を用い、

少なくとも第2量子化インデックスを用いて所定数の第2量子化信号を復号し、当該第2量子化信号またはそれと同値の信号と、振幅値が0でない第1量子化信号と、を含む復号信号を生成する復号方式、

30

少なくとも第2量子化インデックスを用いて所定数の第2量子化信号を復号し、少なくとも第3量子化インデックスを用いて量子化正規化基準値を復号し、前記第1量子化信号の振幅値が0の場合に、前記第2量子化信号を誤差信号として前記量子化正規化基準値を誤差修正することで復号信号を生成し、前記第1量子化信号の振幅値が0以外の場合に、前記第2量子化信号を誤差信号として前記第1量子化信号を誤差修正することで復号信号を生成する復号方式、および

少なくとも正負符号情報を用いて当該正負符号情報が示す正または負の符号を持つ信号を生成し、当該正または負の符号を持つ信号またはそれと同値の信号と、振幅値が0でない第1量子化信号と、を含む復号信号を生成する復号方式、

40

のうちの何れか1つ以上を含む2つ以上の復号方式から、或る復号方式を特定し、特定された復号方式に則り、少なくとも前記第1量子化値を用いて復号信号を生成し、生成した復号信号を出力する、

ことを特徴とする復号器。

【請求項12】

少なくとも第1量子化インデックスを復号して所定数の第1量子化信号を得、少なくともモード情報を用いて復号方式を特定し、特定された復号方式に則り、少なくとも前記第1量子化値を用いて復号信号を生成し、生成した復号信号を出力し、

前記復号方式の特定では、

前記モード情報が所定値であった場合に、前記第1量子化信号のうち振幅値が0の第1

50

量子化信号の個数を特定する第2判定値と所定の第2閾値とを比較する閾値判定を行って、前記所定数の第1量子化信号の集合が、振幅値が0の第1量子化信号の個数が多い側の第1分類に属するか、振幅値が0の第1量子化信号の個数が少ない側の第2分類に属するかを判定し、前記第1分類に属する場合には第1復号方式を選択し、前記第2分類に属する場合には第2復号方式を選択し、

前記モード情報が前記所定値以外であった場合に、前記モード情報が示す第3復号方式または第4復号方式を選択し、

前記第1復号方式は、少なくとも第2量子化インデックスを用いて所定数の第2量子化信号を復号し、当該第2量子化信号を誤差信号として前記第1量子化信号を誤差修正することで復号信号を生成する方式であり、

10

前記第2復号方式は、少なくとも第2量子化インデックスを用いて所定数の第2量子化信号を復号し、当該第2量子化信号またはそれと同値の信号と、振幅値が0でない第1量子化信号と、を含む復号信号を生成する方式であり、

前記第3復号方式は、少なくとも第2量子化インデックスを用いて所定数の第2量子化信号を復号し、少なくとも第3量子化インデックスを用いて量子化正規化基準値を復号し、前記第1量子化信号の振幅値が0の場合に、前記第2量子化信号を誤差信号として前記量子化正規化基準値を誤差修正することで復号信号を生成し、前記第1量子化信号の振幅値が0以外の場合に、前記第2量子化信号を誤差信号として前記第1量子化信号を誤差修正することで復号信号を生成する方式であり、

前記第4復号方式は、少なくとも正負符号情報を用いて当該正負符号情報が示す正または負の符号を持つ信号を生成し、当該正または負の符号を持つ信号またはそれと同値の信号と、振幅値が0でない第1量子化信号と、を含む復号信号を生成する方式である、

20

ことを特徴とする復号器。

【請求項13】

少なくとも第1量子化インデックスを復号して所定数の第1量子化信号を得、少なくともモード情報を用いて復号方式を特定し、特定された復号方式に則り、少なくとも前記第1量子化値を用いて復号信号を生成し、生成した復号信号を出力し、

前記復号方式の特定では、

所定の割り当てられたビット数から、前記第1量子化信号を特定するために必要なビット数を減じた残存ビット数が所定値 R ($R - 1$)以上であるか否かを判定し、

30

前記残存ビット数が所定値 R 以上である場合、前記符号の所定の位置から所定の第1ビット長を抽出してこれを前記モード情報とし、前記残存ビット数が所定値 R 未満である場合、前記符号の所定の位置から所定の第2ビット長を抽出してこれを前記モード情報とし、

前記所定値 R は、前記第1ビット長から前記第2ビット長を減じた値に等しい、

ことを特徴とする復号器。

【請求項14】

請求項1から4の何れかの符号化方法の各ステップまたは請求項5から8の何れかの復号方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、信号の符号化技術及び復号技術に関する。

【背景技術】

【0002】

信号系列をサンプルあたり1ビット以下で量子化するための手法の一つにベクトル量子化がある。この手法は、入力されたベクトルとの歪が最も小さいベクトルを符号帳から選択し、その番号(以下、「インデックス」という。)を送信するものであり、量子化対象に即した符号帳を作成しておくことで、量子化歪の小さい量子化を可能とするものである。しかしながら、符号帳のメモリ量や歪を計算するための演算量は、量子化ビット数の指

50

数関数で増大するため、量子化ビット数の多いときの量子化は実現が困難である。これを解決する1つの手法が多段ベクトル量子化（特許文献1）である。また、近年、量子化ノイズの少ない高能率なベクトル量子化手法として、例えばSpherical Vector Quantization (SVQ) 法（非特許文献1）など、予め設定された量子化ビット数の範囲内で、周波数成分の一部をパルスとして立てていく（周波数成分の一部を振幅が0以外の量子化信号に量子化し、残りを振幅が0の量子化信号に量子化する）ベクトル量子化手法が広く利用されている。

【0003】

図1は、従来の多段ベクトル量子化手法を用いた符号化器と復号器の機能構成例を示す図である。図2は従来の多段ベクトル量子化手法を用いた符号化器と復号器の処理フローを示す図である。図2(A)は符号化器の処理フローを示しており、図2(B)は復号器の処理フローを示している。多段ベクトル量子化では、量子化部が多段に接続され、初段の第1量子化部は入力信号について動作し、次段以降は入力信号と前段までの量子化出力の誤差について動作する。このようにすると、メモリ量や演算量を現実的な範囲に抑えたまま、ベクトル量子化が可能となる。図中の多段ベクトル量子化の段数は、分かり易くするため2としてあるが、段数は2以上を用いた構成でも良い。量子化手法には、周波数領域に変換した成分を量子化する手法（非特許文献1）を例として用いた。

10

【0004】

符号化器100は、周波数領域変換部101、正規化基準値計算部102、正規化基準値量子化部103、第1ベクトル量子化部104、誤差計算部105、第2ベクトル量子化部106を備える。復号器100'は、正規化基準値復号部107、第1ベクトル復号部108、第2ベクトル復号部109、誤差修正部110、時間領域変換部111を備える。

20

【0005】

周波数領域変換部101は、時系列信号である時間領域の入力信号 $x(n)$ （音響信号等）を入力とし、所定の離散時間区間の N 個の入力信号 $x(n)$ （ $n=0, \dots, N-1$ ）ごと（フレームごと）に、 L 点の周波数成分を示す信号である周波数領域信号 $X(k)$ （ $k=0, \dots, L-1$ ）を生成し、これらを出力する（S101）。ただし、 n は時間領域での信号の番号（離散時間番号）を、 k は周波数領域での信号の番号（離散周波数番号）を示している。高い周波数に対応する離散周波数番号 k ほど値が大きい。 N 、 L は、2以上の整数であり、例えば64や80である。 N 、 L は、符号化器100および復号器100'で共有される値である。また、周波数領域変換方法としては、例えばMDCT (Modified Discrete Cosine Transform) がある。

30

【0006】

正規化基準値計算部102は、第1符号化対象信号である周波数領域信号 $X(k)$ （ $k=0, \dots, L-1$ ）を入力として、周波数領域信号 $X(k)$ （ $k=0, \dots, L-1$ ）の正規化基準値 \bar{X}_0 を生成して出力する（S102）。なお、正規化基準値 \bar{X}_0 は、 S 個（ L/S ）の周波数領域信号 $X(k)$ の振幅値からなる集合に依存する信号であり、その例は、 L 点または各サブバンド（ L 点をさらに分割した周波数帯域で、例えば8点で1つのサブバンドを形成する）内の周波数領域信号 $X(k)$ のパワーの平均値の平方根である。 S の例は、 L や1つのサブバンドのサンプル点数などである。また、例えば、 L 点の正規化基準値 \bar{X}_0 は、次式のように計算される。

40

【0007】

【数1】

$$\bar{X}_0 = \sqrt{\frac{\sum_{k=0}^{L-1} X(k)^2}{L}} \quad (1)$$

【0008】

50

また、L点または各サブバンド内の周波数領域信号 $X(k)$ の平均振幅値を正規化基準値 X_0 としてもよい。例えば、L点の正規化基準値 X_0 を

【0009】
【数2】

$$\bar{X}_0 = \frac{\sum_{k=0}^{L-1} |X(k)|}{L} \quad (2)$$

としてもよい。

10

【0010】

以下の説明では、サブバンドでの正規化ではなく、L点の正規化基準値 X_0 を用いた場合について説明する。なお、記述の制約上、 X_0 と表現する場合があるが、 X_0 と

【0011】

【数3】

$$\bar{X}_0$$

【0012】

とは同じものをさす。同様に、以下で用いる、 X_0 、 $\hat{X}(k)$ 、 $\hat{E}(k)$ は、それぞれ、

20

【0013】

【数4】

$$\bar{X}, \hat{X}(k), \hat{E}(k)$$

と同じものをさす。

【0014】

正規化基準値量子化部103は、正規化基準値計算部102で求めた正規化基準値 X_0 を入力とし、正規化基準値 X_0 を量子化して、正規化基準値量子化インデックス C_S と、正規化基準値量子化インデックス C_S に対応する量子化正規化基準値 X_0 を出力する(S103)。

30

【0015】

第1ベクトル量子化部104は、各周波数領域信号 $X(k)$ と量子化正規化基準値 X_0 を入力として、各周波数領域信号 $X(k)$ を、量子化正規化基準値 X_0 で割り算する、もしくは逆数を乗ずることで正規化し、正規化周波数領域信号を求める。そして、正規化周波数領域信号をベクトル量子化して、量子化代表ベクトルのインデックスである第1ベクトル量子化インデックス C_1 と、第1ベクトル量子化インデックス C_1 に対応する量子化信号の逆正規化値(量子化インデックス C_1 に対応する量子化信号と量子化正規化基準値 X_0 との積)である第1量子化信号 $\hat{X}(k)$ を求め、第1ベクトル量子化インデックス C_1 と第1量子化信号 $\hat{X}(k)$ 出力する(S104)。

40

【0016】

誤差計算部105は、周波数領域信号 $X(k)$ と第1量子化信号 $\hat{X}(k)$ を入力として、周波数領域信号 $X(k)$ と第1量子化信号 $\hat{X}(k)$ の間の誤差を、例えば、

$$E(k) = X(k) - \hat{X}(k)$$

のように計算し、第2符号化対象信号である誤差信号 $E(k)$ を出力する(S105)。

【0017】

第2ベクトル量子化部106は、誤差信号 $E(k)$ と量子化正規化基準値 X_0 を入力とし、誤差信号 $E(k)$ を、量子化正規化基準値 X_0 で割り算する、もしくは逆数を乗ずることで正規化し、正規化誤差信号を求める。そして、正規化誤差信号をベクトル量子化して、量子化代表ベクトルのインデックスを第2ベクトル量子化インデックス C_2 として出

50

力する (S 1 0 6)。

【0018】

符号化器 1 0 0 は、第 1 ベクトル量子化インデックス C_1 と第 2 ベクトル量子化インデックス C_2 と正規化基準値量子化インデックス C_5 が含まれる符号を、復号器 1 0 0' に送る。そして、復号器 1 0 0' では、以下のような処理が行われる。

【0019】

正規化基準値復号部 1 0 7 は、正規化基準値量子化インデックス C_5 を入力とし、正規化基準値量子化インデックス C_5 に対応する復号量子化正規化基準値 X^- を求め、この復号量子化正規化基準値 X^- を出力する (S 1 0 7)。

【0020】

第 1 ベクトル復号部 1 0 8 は、第 1 ベクトル量子化インデックス C_1 と復号量子化正規化基準値 X^- を入力とし、第 1 ベクトル量子化インデックス C_1 を復号し、フレーム単位の正規化された信号を正規化第 1 量子化信号として求め、正規化第 1 量子化信号に復号量子化正規化基準値 X^- を乗算することで逆正規化し、これを復号第 1 量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ (量子化信号) として出力する (S 1 0 8)。

【0021】

第 2 ベクトル復号部 1 0 9 は、第 2 ベクトル量子化インデックス C_2 と復号量子化正規化基準値 X^- を入力とし、第 2 ベクトル量子化インデックス C_2 を復号し、正規化された信号を正規化誤差信号として求め、正規化誤差信号に復号量子化正規化基準値 X^- を乗算することで逆正規化し、これを復号量子化誤差信号 $E^{\wedge}(k)$ として出力する (S 1 0 9)。

【0022】

誤差修正部 1 1 0 は、復号第 1 量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ と復号量子化誤差信号 $E^{\wedge}(k)$ を入力とし、復号信号 $Z(k)$ を、例えば、

$$Z(k) = X^{\wedge}(k) + E^{\wedge}(k) \quad (3)$$

のように求め、復号信号 $Z(k)$ を出力する (S 1 1 0)。

【0023】

時間領域変換部 1 1 1 は、復号信号 $Z(k)$ ($k = 0, \dots, L - 1$) を入力とし、例えばフレーム点数 L 分の逆 MDCT を用いて時間領域変換を行い、フレーム点数 L 分の出力信号 $z(n)$ ($n = 0, \dots, N - 1$) を出力する (S 1 1 1)。

【0024】

図 3 は、従来の多段ベクトル量子化手法を概念的に説明するための図である。横軸は周波数成分の番号、縦軸は各周波数成分の値 (例えば、MDCT 係数) を示している。この図に例示する第 1 符号化対象信号は、周波数領域信号 $X(k)$ であり、破線で示されている。また、初段のベクトル量子化後の信号である第 1 量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ は、実線で示されている。量子化に必要なビット数に対して予め定められた量子化ビット数が不足すると、振幅値が 0 の第 1 量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ が多数発生する。従来の後段のベクトル量子化では、図の第 1 符号化対象信号である周波数領域信号 $X(k)$ と第 1 量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ との差分をベクトル量子化している。

【0025】

なお、上記では、周波数領域信号 $X(k)$ を第 1 符号化対象信号とし、周波数領域信号 $X(k)$ を第 1 ベクトル量子化部 1 0 4、正規化基準値計算部 1 0 2 および誤差計算部 1 0 5 に入力する構成を示した。しかし、時間領域の入力信号 $x(n)$ を第 1 符号化対象信号とし、周波数領域信号 $X(k)$ の代わりに入力信号 $x(n)$ を第 1 ベクトル量子化部 1 0 4、正規化基準値計算部 1 0 2 および誤差計算部 1 0 5 に入力する構成であってもよい。この場合、周波数領域変換部 1 0 1 および時間領域変換部 1 1 1 は不要となり、上述の周波数領域信号 $X(k)$ を入力信号 $x(n)$ に置換した処理が実行される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0026】

10

20

30

40

50

【特許文献1】特許2776474号公報

【非特許文献】

【0027】

【非特許文献1】ITU-T Recommendation G.729.1, SERIES G: TRANSMISSION SYSTEMS AND MEDIA, DIGITAL SYSTEMS AND NETWORKS, Digital terminal equipments - Coding of an analogue signals by methods other than PCM, G.729-based embedded variable bit-rate coder: An 8-32 kbit/s scalable wideband coder bitstream interoperable with G.729, 05/2006.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0028】

上述の符号化器100と復号器100'では、量子化に必要なビット数に対して、予め定められた量子化ビット数が不足すると、入力信号に存在するはずの周波数成分が出力信号には存在しない(出力信号から周波数成分が欠損する)という頻度が高くなる。このように出力信号から周波数成分が欠損した場合、出力信号の或る周波数成分の有無が時間的に不連続に変化する頻度が高くなる。人間は、このような周波数成分の有無の時間的に不連続な変化に敏感であり、このような変化はミュージカルノイズと呼ばれるノイズとして知覚される場合がある。

【0029】

しかしながら、従来の符号化器100と復号器100'は、第1量子化信号の値(前段のベクトル量子化で得られた量子化された信号の値)が0か0以外かに関係なく、第1量子化信号と符号化対象信号との誤差を示す信号を後段のベクトル量子化の対象としている。つまり、従来技術には、ミュージカルノイズのような人間が敏感に感じるノイズを軽減するための特別な工夫はない。したがって、元の信号と復号された信号との誤差のパワーが数値の上では小さくなったとしても、人間の感覚が敏感な誤差に着目した符号化ではないので、ミュージカルノイズが残りやすいという課題がある。このようなミュージカルノイズの問題は、周波数領域信号 $X(k)$ を符号化対象信号とした場合に特に顕著となるが、時間領域の入力信号 $x(n)$ を符号化対象信号とする場合にも存在する。

20

【0030】

一方、量子化に必要なビット数は第1符号化対象信号の種類に応じて異なり、第1符号化対象信号の種類によっては、上述の符号化器100と復号器100'との構成でもミュージカルノイズがさほど問題とならず、符号化精度の面からは、むしろ符号化器100と復号器100'との構成が好ましい場合もある。このように、第1符号化対象信号の種類に応じて最適な符号化方式および復号方式は異なる。

30

【0031】

本発明は、このような課題に鑑みてなされたものであり、十分な符号ビット長を確保できない場合であっても、第1符号化対象信号の種類に応じ、適切にミュージカルノイズを軽減できる技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0032】

40

本発明の符号化処理では、所定数(所定サンプル数)の第1符号化対象信号またはそれらに対応する所定数の信号、を要素とするベクトルを量子化し、第1符号化対象信号にそれぞれ対応する第1量子化信号と、当該第1量子化信号を特定するための第1量子化インデックスとを生成して出力し、上記所定数の第1符号化対象信号のうち、基準値よりも振幅値が小さな第1符号化対象信号の個数、または、振幅値が基準値以下の第1符号化対象信号の個数、を特定する判定値に基づき、所定数の第1符号化対象信号に対応する符号化方式を選択し、選択した符号化方式を特定するためのモード情報を生成して出力し、第1量子化信号を少なくとも用い、選択された符号化方式に則って符号化処理を行う。

【0033】

また、本発明の復号処理では、少なくとも第1量子化インデックスを復号して所定数の

50

第1量子化信号を得、少なくともモード情報を用いて復号方式を特定し、特定された復号方式に則り、少なくとも第1量子化値を用いて復号信号を生成し、生成した復号信号を出力する。

【0034】

通常、上記所定数の第1符号化対象信号のうち振幅値が小さなものが多い場合（「スパース」と呼ぶ）、上記所定数の第1符号化対象信号の量子化に必要なビット数は少ない。この場合には、量子化に必要なビット数に対して、予め定められた量子化ビット数が不足する頻度が低くなるため、ミュージカルノイズはさほど問題にならない場合が多い。一方、上記所定数の第1符号化対象信号のうち振幅値が大きなものが多い場合、上記所定数の第1符号化対象信号の量子化に必要なビット数は多い。この場合には、量子化に必要なビット数に対して、予め定められた量子化ビット数が不足する頻度が高くなるため、ミュージカルノイズの問題が顕著となる。この場合には、ミュージカルノイズを軽減させることが可能な符号化方式および復号方式を用いることが望ましい。本発明は、基準値よりも振幅値が小さな第1符号化対象信号の個数、または、振幅値が基準値以下の第1符号化対象信号の個数を特定する判定値に基づき、少なくとも、上記所定数の第1符号化対象信号がスパースであるか否かを判定し、上記所定数の第1符号化対象信号に対応する符号化方式および復号方式を選択する。

10

【発明の効果】

【0035】

本発明では、十分な符号ビット長を確保できない場合であっても、第1符号化対象信号の種類に応じ、適切にミュージカルノイズを軽減できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】従来の多段ベクトル量子化手法を用いた符号化器と復号器の機能構成例を示す図。

【図2】従来の多段ベクトル量子化手法を用いた符号化器と復号器の処理フローを示す図。図2（A）は符号化器の処理フローを示しており、図2（B）は復号器の処理フローを示している。

【図3】従来の多段ベクトル量子化手法を概念的に説明するための図。

【図4】第2方式の原理を説明するための図。

30

【図5】第3方式の原理を説明するための図。

【図6】第3符号化方式および第3復号方式の手順を説明するための図。

【図7】第3符号化方式および第3復号方式の手順を説明するための図。

【図8】第1符号化対象信号の例と第3符号化方式の第2符号化対象信号を生成するための基準となる信号の例とを比較するための図。

【図9】第4符号化方式の原理を説明するための図。

【図10】第4復号方式の原理を説明するための図。

【図11】第1符号化対象信号の性質に応じて方式を選択する方法を説明するためのフローチャート。

【図12】第1実施形態の符号化器と復号器の構成例を説明するための図。

40

【図13】第1実施形態の符号化方式選択部の構成例を説明するための図。

【図14】第1実施形態の符号化処理部の構成例を説明するための図。

【図15】第1実施形態の復号方式選択部の構成例を説明するための図。

【図16】第1実施形態の復号信号生成部の構成例を説明するための図。

【図17】処理を説明するためのフローチャート。図17（A）は符号化器の処理を説明するためのフローチャートであり、図17（B）は復号器の処理を説明するためのフローチャートである。

【図18】ステップS205の処理を例示するためのフローチャート。

【図19】ステップS205の処理を例示するためのフローチャート。

【図20】ステップS206の処理のを例示するためのフローチャート。

50

【図 2 1】ステップ S 2 1 0 の処理を例示するためのフローチャート。

【図 2 2】図 2 1 のステップ S 2 1 2 の詳細を例示するためのフローチャート。

【図 2 3】図 2 1 のステップ S 2 1 4 の詳細を例示するためのフローチャート。

【図 2 4】図 2 1 のステップ S 2 1 7 の詳細を例示するためのフローチャート。

【図 2 5】ステップ S 2 1 9 の処理を例示するためのフローチャート。

【図 2 6】ステップ S 2 2 0 の処理の例示するためのフローチャート。

【図 2 7】ステップ S 2 2 2 の詳細を例示するためのフローチャート。

【図 2 8】ステップ S 2 2 4 の処理を例示するためのフローチャート。

【図 2 9】ステップ S 2 2 6 の処理を例示するためのフローチャート。

【図 3 0】ステップ S 2 2 8 の詳細を例示するためのフローチャート。

【図 3 1】ステップ S 2 2 9 の詳細を例示するためのフローチャート。

【図 3 2】方式選択の動作検証結果を説明するための図。

【図 3 3】方式選択の動作検証結果を説明するための図。

【図 3 4】方式選択の動作検証結果を説明するための図。

【図 3 5】方式選択の動作検証結果を説明するための図。

【図 3 6】方式選択の動作検証結果を説明するための図。

【発明を実施するための形態】

【0037】

以下、本発明の実施形態を詳細に説明する。なお、同じ機能を有する構成部には同じ番号を付し、重複説明を省略する。

【0038】

〔原理〕

まず、本形態の原理を説明する。

【0039】

上述のように、本形態では、少なくとも、上記所定数の第 1 符号化対象信号がスパースであるか否かを判定し、上記所定数の第 1 符号化対象信号に対応する符号化方式および復号方式を選択する。本形態では、4 種類の符号化方式および復号方式の中から適切な符号化方式および復号方式を選択する。まず、これらの 4 種類の符号化方式および復号方式を説明する。

【0040】

なお、いずれの符号化方式も、所定数の第 1 符号化対象信号またはそれらに対応する所定数の信号、を要素とするベクトルを量子化し、第 1 符号化対象信号にそれぞれ対応する第 1 量子化信号と、当該第 1 量子化信号を特定するための第 1 量子化インデックスと、を生成することを前提した方式である。また、いずれの復号方式も、少なくとも第 1 量子化インデックスを復号して所定数の第 1 量子化信号を得ることを前提した方式である。また、各方式を識別子 *mode* で表現する。

【0041】

< 第 1 符号化方式および第 1 復号方式 (*mode* = 0 b) >

第 1 符号化方式は、第 1 符号化対象信号と第 1 量子化信号とから求めた誤差信号を第 2 符号化対象信号とし、当該第 2 符号化対象信号を量子化し、その量子化信号を特定するための第 2 量子化インデックスを生成して出力する方式である。また、これに対応する第 1 復号方式は、少なくとも第 2 量子化インデックスを用いて所定数の第 2 量子化信号を復号し、当該第 2 量子化信号を誤差信号として第 1 量子化信号を誤差修正することで復号信号を生成する方式である。第 1 符号化方式および第 1 復号方式の具体例は、図 1 から図 3 を用いて説明した上述の符号化器 100 および復号器 100' が実行する符号化方式および復号方式である。第 1 符号化方式および第 1 復号方式を総称して第 1 方式と呼び、それに対応する識別子 *mode* の値を「0 b」とする。

【0042】

< 第 2 符号化方式および第 2 復号方式 (*mode* = 0 a) >

第 2 符号化方式は、振幅値が 0 の第 1 量子化信号に対応する第 1 符号化対象信号のみを

10

20

30

40

50

第2符号化対象信号とし、当該第2符号化対象信号を量子化し、その量子化信号を特定するための第2量子化インデックスを生成して出力する方式である。また、これに対応する第2復号方式は、少なくとも第2量子化インデックスを用いて所定数の第2量子化信号を復号し、当該第2量子化信号またはそれと同値の信号と、振幅値が0でない第1量子化信号と、を含む復号信号を生成する方式である。第2符号化方式および第2復号方式を総称して第2方式と呼び、これに対応する識別子modeの値を「0a」とする。

【0043】

上述の第1符号化方式では、第1符号化対象信号と第1量子化信号とから求めた誤差信号を第2符号化対象信号とし、当該第2符号化対象信号を量子化していた。この方式において、第1符号化対象信号と振幅値が0以外の第1量子化信号との誤差が大きい場合、これらに対応するレベルの大きな誤差信号の量子化精度を優先した量子化を行う必要がある。レベルの小さな信号の量子化誤差を小さくするよりも、レベルの大きな信号の量子化誤差を小さくするほうが重要だからである。そのため、第2ベクトル量子化インデックスに割り当てられたビット数が制限された環境においては、振幅値が0の第1量子化信号に対応するレベルの小さな誤差信号に割り当てられる第2ベクトル量子化インデックスの種類が少なくなる。その結果、レベルの小さな誤差信号に対応する量子化信号の振幅が0なる頻度が高くなり、振幅値が0の周波数成分が多い復号信号になってしまう。これは、ミュージカルノイズの原因の1つとなる。

10

【0044】

これに対し、第2符号化方式では、振幅値が0の第1量子化信号に対応する第1符号化対象信号のみを第2符号化対象信号とし、当該第2符号化対象信号を量子化する。つまり、振幅値が0の第1量子化信号に対応する第1符号化対象信号だけを量子化するので、第2ベクトル量子化インデックスに割り当てられたビット数が制限される環境であっても、振幅値が0の第1量子化信号に対応するレベルの小さな誤差信号に割り当てられる第2ベクトル量子化インデックスの種類が多くなる。その結果、レベルの小さな誤差信号に対応する量子化信号の振幅が0なる頻度が低くなり、ミュージカルノイズを軽減できる。

20

【0045】

図4は、第2方式の原理を説明するための図である。図4は、 $L = 64$ の場合の周波数領域信号 $X(k)$ ($k = 0, \dots, L - 1$)を各第1符号化対象信号とした場合の例である。図4の横軸は離散周波数番号 k を示し、縦軸は周波数成分の値(例えば、MDCT係数)を示す。図4の破線は、第1符号化対象信号である周波数領域信号 $X(k)$ を例示し、太い実線は、第1符号化対象信号に対応する量子化信号である第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ を例示する。図4の例では、「Z」で示す振幅値が0の第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ のみを第2符号化対象信号とし、当該第2符号化対象信号を量子化し、その量子化信号を特定するための第2量子化インデックスを生成する。

30

【0046】

<第3符号化方式および第3復号方式(mode = 2)>

第3符号化方式は、第1量子化信号の振幅値が0の場合に、複数の第1符号化対象信号の振幅値からなる集合に依存する量子化正規化基準値と第1符号化対象信号の絶対値とから求めた誤差信号を第2符号化対象信号とし、第1量子化信号の振幅値が0以外の場合に、第1符号化対象信号の絶対値と第1量子化信号の絶対値とから求めた誤差信号を第2符号化対象信号とし、当該第2符号化対象信号を量子化し、その量子化信号を特定するための第2量子化インデックスを生成して出力する方式である。また、これに対応する第3復号方式は、少なくとも第2量子化インデックスを用いて所定数の第2量子化信号を復号し、少なくとも第3量子化インデックスを用いて量子化正規化基準値を復号し、第1量子化信号の振幅値が0の場合に、第2量子化信号を誤差信号として量子化正規化基準値を誤差修正することで復号信号を生成し、第1量子化信号の振幅値が0以外の場合に、第2量子化信号を誤差信号として第1量子化信号を誤差修正することで復号信号を生成する方式である。第3符号化方式および第3復号方式を総称して第3方式と呼び、これに対応する識別子modeの値を「2」とする。

40

50

【 0 0 4 7 】

図5は、第3方式の原理を説明するための図である。図5は、 $L = 64$ の場合の周波数領域信号 $X(k)$ ($k = 0, \dots, L - 1$)を各第1符号化対象信号とした場合の例である。図5の横軸は離散周波数番号 k を示し、縦軸は周波数成分の値を示す。図5の細かい破線は、量子化正規化基準値 X^{\sim} を例示し、図5の粗い破線は、第1符号化対象信号である周波数領域信号の絶対値 $|X(k)|$ を例示し、太い実線は、第1符号化対象信号に対応する量子化信号である第1量子化信号の絶対値 $|X^{\wedge}(k)|$ を例示する。なお、図5の量子化正規化基準値 X^{\sim} は、8サンプルからなるサブベクトルごとに求めた例である。図5の例では、符号化処理において、第1量子化信号の振幅値 $|X^{\wedge}(k)|$ が0の場合(例えば、「Q1」)に、量子化正規化基準値 X^{\sim} と周波数領域信号の絶対値 $|X(k)|$ とから求めた誤差信号を第2符号化対象信号とし、第1量子化信号の振幅値 $|X^{\wedge}(k)|$ が0以外の場合(例えば、「Q2」)に、周波数領域信号の絶対値 $|X(k)|$ と第1量子化信号の絶対値 $|X^{\wedge}(k)|$ とから求めた誤差信号を第2符号化対象信号とする。

10

【 0 0 4 8 】

図6および図7は、第3符号化方式および第3復号方式の手順を説明するための図である。図6および図7の横軸は離散周波数番号 k を示し、縦軸は周波数成分の値を示す。図6の破線は、第1符号化対象信号である周波数領域信号の絶対値 $|X(k)|$ を例示し、太い実線は、第1符号化対象信号に対応する量子化信号である第1量子化信号の絶対値 $|X^{\wedge}(k)|$ を例示する。図7の細かい破線は、量子化正規化基準値 X^{\sim} を例示し、粗い破線は、第1符号化対象信号である周波数領域信号の絶対値 $|X(k)|$ を例示し、実線は、第1符号化対象信号に対応する量子化信号である第1量子化信号の絶対値 $|X^{\wedge}(k)|$ を例示する。

20

【 0 0 4 9 】

第3符号化方式では、初段のベクトル量子化後に、図6のように、第1符号化対象信号である周波数領域信号 $X(k)$ と第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ とを絶対値で表す。そして、図7に示すように、8サンプルからなるサブベクトルごとに量子化正規化基準値 X^{\sim} を求める。この図からも、振幅値が0の第1量子化信号の絶対値 $|X^{\wedge}(k)|$ と第1符号化対象信号である周波数領域信号の絶対値 $|X(k)|$ との誤差よりも、量子化正規化基準値 X^{\sim} と第1符号化対象信号である周波数領域信号 $X(k)$ の絶対値 $|X(k)|$ との差分の方が小さいことが分かる。したがって、第1量子化信号の振幅値 $|X^{\wedge}(k)|$ が0のときには、第1符号化対象信号である周波数領域信号の絶対値 $|X(k)|$ と量子化正規化基準値 X^{\sim} との差分を後段でベクトル量子化の方が効率的である。また、量子化正規化基準値 X^{\sim} は、復号器が前段のベクトル復号に利用する情報であり、量子化正規化基準値 X^{\sim} を後段の符号化に利用しても復号器に新たな情報を伝える必要はない。

30

【 0 0 5 0 】

なお、図7では8サンプルからなるサブベクトルごとに量子化正規化基準値 X^{\sim} を求めているが、64サンプルで1つの量子化正規化基準値 X^{\sim} を求めてもよいし、他の数ごとに量子化正規化基準値 X^{\sim} を求めてもよい。ただし、適当なサンプル数を選ごとに量子化正規化基準値 X^{\sim} を求めれば、量子化正規化基準値 X^{\sim} と第1符号化対象信号との差分を小さくできる。

40

【 0 0 5 1 】

図8は、第1符号化対象信号の例と第3符号化方式の第2符号化対象信号を生成するための基準となる信号の例とを比較するための図である。図8の破線は、第1符号化対象信号である周波数領域信号の絶対値 $|X(k)|$ を例示し、実線は、第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ の振幅値が0以外ときには第1量子化信号の絶対値とし、第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ の振幅値が0のときには量子化正規化基準値 X^{\sim} とした値(第2符号化対象信号を生成するための基準)を例示する。この図から、破線で例示する第1符号化対象信号の絶対値と、実線で例示する第2符号化対象信号を生成するための基準との差分を第2符号化対象信号とすれば、第2符号化対象信号の振幅値を小さくできることがわかる。第2符号化対

50

象信号の振幅値が小さいほど、その量子化に必要なビット数は少なくて済むことから、第3符号化方式および第3復号方式ではミュージカルノイズを軽減できる。

【0052】

<第4符号化方式および第4復号方式 (mode = 1) >

第4符号化方式は、振幅値が0の第1量子化信号に対応する第1符号化対象信号のみについて、第1符号化対象信号が正であるか負であるかを示す正負符号情報を生成する方式である。これに対応する第4復号方式は、少なくとも正負符号情報を用いて当該正負符号情報が示す正または負の符号を持つ信号を生成し、当該正または負の符号を持つ信号またはそれと同値の信号と、振幅値が0でない第1量子化信号と、を含む復号信号を生成する方式である。第4符号化方式および第4復号方式を総称して第4方式と呼び、これに対応する識別子modeの値を「1」とする。

10

【0053】

図9は、第4符号化方式の原理を説明するための図である。図9は、 $L = 64$ の場合の周波数領域信号 $X(k)$ ($k = 0, \dots, L - 1$)を各符号化対象信号とした場合の例である。図9の横軸は離散周波数番号 k を示し、縦軸は周波数成分の値を示す。図9の破線は、符号化対象信号である周波数領域信号 $X(k)$ を例示し、太い実線は、符号化対象信号に対応する量子化信号である第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ を例示する。

【0054】

図9に例示するように、第4符号化方式では、振幅が0となる第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ に対し、当該第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ に対応する第1符号化対象信号である周波数領域信号 $X(k)$ が正であるか負であるかを示す正負符号情報(例えば、MDCT係数の正負の符号情報)を生成し、これを符号の一部とする。

20

【0055】

図10は、第4復号方式の原理を説明するための図である。図10の横軸は離散周波数番号 k を示し、縦軸は周波数成分の値を示す。図10の太字の破線は、符号化対象信号に対応する量子化信号である第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ を例示し、細字の破線は、量子化正規化基準値 X^{\sim} とその負値 $-X^{\sim}$ を例示し、太字の実線は復号信号を例示している。なお、図10の例では、8点の離散周波数点からなるサブバンドごとに量子化正規化基準値 X^{\sim} が生成されている。

【0056】

図10に例示するように、第4復号方式では、少なくとも上記正負符号情報を用いて当該正負符号情報が示す正または負の符号を持つ信号を生成し、当該正または負の符号を持つ信号またはそれと同値の信号と、振幅値が0でない第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ と、を含む復号信号を生成する。なお、図10の例では、正負符号情報が示す正または負の符号を持つ信号として、量子化正規化基準値 X^{\sim} と正負符号情報が示す正負符号との積からなる信号を用いている。

30

【0057】

このように、第4方式では、復号信号の有無が時間的に不連続に変化する頻度を低くできるため、ミュージカルノイズを軽減できる。

【0058】

<第1符号化対象信号の性質と最適な方式との関係>

上述のように、第1方式はミュージカルノイズを軽減する対策が施されていないのに対し、第2~4方式は、ミュージカルノイズを軽減する対策が施されている。

40

【0059】

しかしながら、符号化単位となる所定サンプルの第1符号化対象信号のうち、一部の第1符号化対象信号の振幅値のみが大きく、他の多くの第1符号化対象信号の振幅値がほぼ0の場合(第1符号化対象信号が非常にスパースである場合)、量子化に必要なビット数は非常に少なく、ミュージカルノイズはほとんど問題とならない。

【0060】

また、第2符号化方式では、振幅値が0の第1量子化信号のみを第2符号化対象信号と

50

するため、第1符号化対象信号と振幅値が0以外の第1量子化信号との誤差が大きい場合には、第1方式よりも符号化精度が低下する。

【0061】

また、第3方式では、第1符号化対象信号の絶対値、第1量子化信号の絶対値および量子化正規化基準値のような正負の情報を含まない情報から第2符号化対象信号を生成するため、振幅値が0の第1量子化信号に対応する第1符号化対象信号については正負の情報が符号化されない。また、第4方式では、振幅値が0の第1量子化信号 X^k に対応する第1符号化対象信号の振幅値が符号化されない。そのため、第3方式や第4方式は、符号化単位となる所定サンプルの第1符号化対象信号のうち、一部の第1符号化対象信号の振幅値のみが大きく、他の多くの第1符号化対象信号の振幅値が0に近い場合（第1符号化対象信号がスパースである場合）に、第1方式や第2方式よりも符号化精度が悪くなる。また、第3方式では、前記第1量子化信号の振幅値が0の場合に、量子化正規化基準値と第1符号化対象信号の絶対値とから求めた誤差信号を第2符号化対象信号とするため、量子化正規化基準値に対する第1符号化対象信号の絶対値の統計的ばらつきが大きい場合でも精度よく符号化できる。

10

【0062】

<第1符号化対象信号の性質に応じて方式選択>

以上のように、各方式は得手不得手があり、第1符号化対象信号の種類に応じて方式を使い分けることが望ましい。具体的には、第1符号化対象信号がスパース（例えば音声の母音の周波数領域信号）または非常にスパース（例えばサイン波の周波数領域信号）である場合には、第3方式や第4方式よりも第1方式や第2方式を用いる方が、高い精度で符号化できる。特に、第1符号化対象信号が非常にスパースである場合には、ミュージカルノイズはほとんど問題とならないため、第2方式よりも第1方式を用いる方が、高い精度で符号化できる。一方、第1符号化対象信号がスパースまたは非常にスパースでない場合（例えば、多重音源の楽音や環境雑音など）には、第1方式や第2方式よりも第3方式や第4方式を用いる方が、高い精度で符号化できる。特に、量子化正規化基準値に対する第1符号化対象信号の絶対値の統計的ばらつきが小さい場合には、第3方式よりも第4方式を用いる方が高い精度で符号化できる場合が多いが、この統計的ばらつきが大きい場合には、第4方式よりも第3方式を用いる方が高い精度で符号化できる場合が多い。

20

【0063】

本形態では、上述した第1符号化対象信号の性質に応じて方式を選択する。

30

【0064】

図11は、第1符号化対象信号の性質に応じて方式を選択する方法を説明するためのフローチャートである。

【0065】

本形態では、まず、第1符号化対象信号がスパースであるかを確認する（S11/第1スパース性判定）。ステップS11での判定結果がYesであれば、次に、第1符号化対象信号が非常にスパースであるかを確認する（S12/第2スパース性判定）。ステップS12での結果がYesであれば、第1方式（mode=0b）が選択される（S13）。一方、ステップS12での結果がNoであれば、第2方式（mode=0a）が選択される（S14）。ステップS11での判定結果がNoであれば、次に、第1符号化対象信号の絶対値の量子化正規化基準値に対する統計的ばらつきは小さいことを確認する（S15/ばらつき判定）。ステップS15での判定結果がYesであれば、第4方式（mode=1）が選択される（S16）。一方、ステップS15での判定結果がNoであれば、第3方式（mode=2）が選択される（S17）。

40

【0066】

このように第1符号化対象信号の性質に応じて方式を選択することにより、十分な符号ビット長を確保できない場合であっても、第1符号化対象信号の種類に応じ、適切にミュージカルノイズを軽減できる。

【0067】

50

なお、ステップ S 1 1 , S 1 2 の確認は、所定数の第 1 符号化対象信号のうち、基準値よりも振幅値が小さな第 1 符号化対象信号の個数、または、振幅値が基準値以下の第 1 符号化対象信号の個数、を特定する判定値に基づいて行うことができる。例えば、ステップ S 1 1 の確認は、上記判定値と所定の閾値とを比較する閾値判定により、所定数の第 1 符号化対象信号の集合が、振幅値の小さな第 1 符号化対象信号が多い側のスパース分類に属するか、振幅値の小さな第 1 符号化対象信号が少ない側の非スパース分類に属するか、を判定することにより行うことができる。また、例えば、ステップ S 1 2 の確認は、所定数の第 1 符号化対象信号にそれぞれ対応する第 1 量子化信号のうち振幅値が 0 の第 1 量子化信号の個数を特定する第 2 判定値と所定の第 2 閾値とを比較する閾値判定により、所定数の第 1 符号化対象信号にそれぞれ対応する第 1 量子化信号の集合が、振幅値が 0 の第 1 量子化信号の個数が多い側の第 1 分類に属するか、振幅値が 0 の第 1 量子化信号の個数が少ない側の第 2 分類に属するかを判定することにより行うことができる。また、ステップ S 1 5 の確認は、例えば、所定数の第 1 符号化対象信号の振幅値の統計的ばらつきを特定する第 3 判定値と所定の第 3 閾値とを比較する閾値判定により、所定数の第 1 符号化対象信号の集合が、統計的ばらつきが大きい側の第 3 分類に属するか、統計的ばらつきが小さい側の第 4 分類に属するかを判定することにより行うことができる。

10

【 0 0 6 8 】

また、ステップ S 1 5 の確認を行わず、ステップ S 1 1 の結果が No となった場合に、予め定められた第 3 方式 (mode = 2) または第 4 方式 (mode = 1) が選択されてもよい。また、ステップ S 1 2 の確認を行わず、ステップ S 1 1 の結果が Yes となった場合に、予め定められた第 1 方式 (mode = 0 b) または第 2 方式 (mode = 0 a) が選択されてもよい。また、ステップ S 1 5 の確認およびステップ S 1 2 の確認を行わず、ステップ S 1 1 の結果が Yes となった場合に、予め定められた第 1 方式 (mode = 0 b) または第 2 方式 (mode = 0 a) が選択され、ステップ S 1 1 の結果が No となった場合に、予め定められた第 3 方式 (mode = 2) または第 4 方式 (mode = 1) が選択されてもよい。すなわち、所定数の第 1 符号化対象信号がスパースか否かに応じて符号化方式および復号方式を選択する構成であればよい。また、ステップ S 1 1 やステップ S 1 2 の確認を行わず、ステップ S 1 5 の確認のみを行って方式を選択してもよい。また、第 1 ~ 第 4 方式としてその他の方式を用いてもよく、5 つ以上の方式から 1 つの方式を選択する構成でもよい。また、ステップ S 1 1 や、ステップ S 1 2 や、ステップ S 1 5 の処理の少なくとも一部を、それぞれ、異なる閾値を用いて複数回実行して、判定結果が 5 以上に分岐する構成でもよい。

20

30

【 0 0 6 9 】

〔 第 1 実施形態 〕

次に、本発明の第 1 実施形態を説明する。

【 0 0 7 0 】

< 構成 >

図 1 2 は、第 1 実施形態の符号化器と復号器の構成例を説明するための図である。

符号化器 2 0 0 は、周波数領域変換部 1 0 1、正規化基準値計算部 1 0 2、正規化基準値量子化部 1 0 3、第 1 ベクトル量子化部 1 0 4、符号化方式選択部 2 0 5、符号化処理部 2 1 0、モード情報生成部 2 0 6 を備える。復号器 2 0 0 ' は、正規化基準値復号部 1 0 7、第 1 ベクトル復号部 1 0 8、復号方式選択部 2 1 9、復号信号生成部 2 2 0、時間領域変換部 1 1 1 を備える。符号化器 2 0 0 は、符号化方式選択部 2 0 5 と符号化処理部 2 1 0 とモード情報生成部 2 0 6 とが、従来の符号化器 1 0 0 と相違する。また、復号器 2 0 0 ' は、復号方式選択部 2 1 9 と復号信号生成部 2 2 0 と時間領域変換部 1 1 1 とが、従来の復号器 1 0 0 ' と相違する。符号化器 2 0 0、復号器 2 0 0 ' のその他の構成部は、符号化器 1 0 0、復号器 1 0 0 ' と同じである。

40

【 0 0 7 1 】

図 1 3 は、第 1 実施形態の符号化方式選択部 2 0 5 の構成例を説明するための図である。図 1 4 は、第 1 実施形態の符号化処理部 2 1 0 の構成例を説明するための図である。図

50

15は、第1実施形態の復号方式選択部219の構成例を説明するための図である。また、図16は、第1実施形態の復号信号生成部220の構成例を説明するための図である。

【0072】

符号化方式選択部205は、第1スパース性判定部205a、第2スパース性判定部205b、ばらつき判定部205c、判定制御部205dを備える。符号化処理部210は、選択部211、誤差計算部105、214、第2ベクトル量子化部106、213、215、抽出部212、216、正負符号情報計算部217を備える。復号方式選択部219は、モード情報判定部219a、スパース性判定部219b、判定制御部219dを備える。また、復号信号生成部220は、選択部221、第2ベクトル復号部109、223、225、誤差修正部110、226、M値計算部222、227、再構成部224、229、周波数成分計算部228を備える。

10

【0073】

<符号化処理>

図17(A)は符号化器の処理を説明するためのフローチャートである。

【0074】

まず、符号化器200は、前述したステップS101~S104の処理を実行し、L個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k=0, \dots, L-1$) (所定数の第1符号化対象信号)に対応するL個の正規化周波数領域信号(前述)を要素とするベクトルをベクトル量子化し、周波数領域信号 $X(k)$ にそれぞれ対応する第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ と、当該第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ を特定するために用いられる第1ベクトル量子化インデックス C_1 (第1量子化インデックス)とを生成して出力する。

20

【0075】

次に、符号化方式選択部205が、周波数領域信号 $X(k)$ と、第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ と、量子化正規化基準値 X^{\cdot} とを入力とし、L個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k=0, \dots, L-1$) (所定数の第1符号化対象信号)のうち、基準値よりも振幅値が小さな周波数領域信号 $X(k)$ の個数、または、振幅値が基準値以下の周波数領域信号 $X(k)$ の個数、を特定する判定値に基づき、L個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k=0, \dots, L-1$)に対応する符号化方式を選択し、選択した符号化方式を特定するためのモード情報modeを生成して出力する(S205)。

30

【0076】

[ステップS205の処理の例示]

図18および図19は、ステップS205の処理を例示するためのフローチャートである。

【0077】

《第1スパース性判定(S2051a~S2051e/図11のS11の一例)》

まず、符号化方式選択部205の第1スパース性判定部205a(図13)が、周波数領域信号 $X(k)$ と量子化正規化基準値 X^{\cdot} とを入力とし、判定値 m と所定の閾値 Th_2 とを比較する閾値判定により、L個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k=0, \dots, L-1$) (所定数の第1符号化対象信号)の集合が、振幅値の小さな周波数領域信号 $X(k)$ が多い側のスパース分類に属するか、振幅値の小さな周波数領域信号 $X(k)$ が少ない側の非スパース分類に属するか、を判定する。なお、判定値 m は、基準値よりも振幅値が小さな周波数領域信号 $X(k)$ の個数、または、振幅値が基準値以下の周波数領域信号 $X(k)$ の個数を特定する値であるが、ここでは、基準値よりも振幅値が小さな周波数領域信号 $X(k)$ の個数を判定値 m とする。また、基準値は、例えば、複数個の周波数領域信号 $X(k)$ の振幅値からなる集合に依存する信号である。ここでは、調整定数 Th_1 と量子化正規化基準値 X^{\cdot} との積を基準値 $Th_1 \cdot X^{\cdot}$ とする。なお、調整定数 Th_1 は、例えば、0より大きく1以下の正の数であり、その一例は0.1である。

40

【0078】

第1スパース性判定部205aは、まず、 $k=0$ 、 $m=0$ として処理を始める(図18)。第1スパース性判定部205aは、 k がLよりも小さいかを確認する(S2051a

50

)。ステップS2051aでの結果がYesの場合、第1スパース性判定部205aは、周波数領域信号 $X(k)$ の振幅値 $|X(k)|$ が基準値 $Th_1 \cdot X$ よりも小さいかを確認する(S2051b)。ステップS2051bでの結果がYesの場合、第1スパース性判定部205aは、 m の値を1つ増やし(S2051c)、ステップS2051dの処理に進む。ステップS2051bでの結果がNoの場合、第1スパース性判定部205aは、ステップS2051cの処理を実行することなく、ステップS2051dの処理に進む。ステップS2051dでは、第1スパース性判定部205aが、 k の値を1つ増やし(S2051d)、ステップS2051aの処理に戻る。ステップS2051aでの結果がNoの場合、第1スパース性判定部205aは、 m を判定値とし、判定値 m が閾値 Th_2 よりも大きいことを確認する(S2051e)。なお、閾値 Th_2 は、1より大きくL

10

【0079】

ステップS2051eでの結果がYesである場合、第1スパース性判定部205aは、 L 個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k = 0, \dots, L-1$) (所定数の第1符号化対象信号)の集合が、振幅値の小さな周波数領域信号 $X(k)$ が多い側のスパース分類に属すると判定し、その判定結果を判定制御部205dに出力する。この場合、判定制御部205dは、第2スパース性判定部205bに、第2スパース性判定(S2052a~S2052f)を実行させる。一方、ステップS2051eでの結果がNoである場合、第1スパース性判定部205aは、 L 個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k = 0, \dots, L-1$) (所定数の第1符号化対象信号)の集合が、振幅値の小さな周波数領域信号 $X(k)$ が少

20

【0080】

《第2スパース性判定(S2052a~S2052f/図11のS12の一例)》

第2スパース性判定は、第1スパース性判定(S2051a~S2052e(図18))において、 L 個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k = 0, \dots, L-1$) (所定数の第1符号化対象信号)の集合がスパース分類に属すると判定された場合に実行される。第2スパース性判定では、第2スパース性判定部205b(図13)が、第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ を入力とし、 L 個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k = 0, \dots, L-1$) (所定数の第1符号化対象信号)にそれぞれ対応する第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ のうち振幅値が0の第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ の個数を特定する第2判定値 m と所定の第2閾値 Th_5 とを比較する閾値判定により、 L 個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k = 0, \dots, L-1$)にそれぞれ対応する第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ ($k = 0, \dots, L-1$)の集合が、振幅値が0の第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ の個数が多い側の第1分類に属するか、振幅値が0の第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ の個数が少ない側の第2分類に属するかを判定する。なお、第2判定値 m は、 L 個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k = 0, \dots, L-1$)にそれぞれ対応する第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ のうち振幅値が0の第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ の個数を特定するものであるが、ここでは、 L 個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k = 0, \dots, L-1$)にそれぞれ対応する第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ のうち振幅値が0以外の第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ の個数を第2判定値 m とする。このような値も「振幅値が0の第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ の個数を特定するもの」である。また、第2閾値 Th_5 は、0以上L以下の整数であり、その一例は8である。また、第2閾値 Th_5 が0またはLの場合には、第2方式(mode=0a)または第1方式(mode=0b)の何れかのみが選択される。第1方式(mode=0b)と第2方式(mode=0a)とを選択可能にするためには、第2閾値 Th_5 は1以上L未満の整数とする。

30

40

【0081】

第2スパース性判定部205bは、まず、 $k = 0$ 、 $m = 0$ として処理を始める(図18/S2052a)。第2スパース性判定部205bは、 k がLよりも小さいかを確認する(S2052b)。ステップS2052bでの結果がYesの場合、第2スパース性判定

50

部 2 0 5 b は、第 1 量子化信号の振幅値 $|X^{\wedge}(k)|$ が 0 でないことを確認する (S 2 0 5 2 c)。ステップ S 2 0 5 2 c での結果が Y e s の場合、第 2 スパース性判定部 2 0 5 b は、m の値を 1 つ増やし (S 2 0 5 2 d)、ステップ S 2 0 5 2 e の処理に進む。ステップ S 2 0 5 2 c での結果が N o の場合、第 2 スパース性判定部 2 0 5 b は、ステップ S 2 0 5 2 d の処理を実行することなく、ステップ S 2 0 5 2 e の処理に進む。ステップ S 2 0 5 2 e では、第 2 スパース性判定部 2 0 5 b が、k の値を 1 つ増やし (S 2 0 5 2 e)、ステップ S 2 0 5 2 b の処理に戻る。ステップ S 2 0 5 2 b での結果が N o の場合、第 2 スパース性判定部 2 0 5 b は、m を第 2 判定値とし、第 2 判定値 m が第 2 閾値 Th_5 よりも大きいことを確認する (S 2 0 5 2 f)。

【 0 0 8 2 】

10

ステップ S 2 0 5 2 f での結果が N o である場合、第 2 スパース性判定部 2 0 5 b は、L 個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k = 0, \dots, L - 1$) (所定数の第 1 符号化対象信号) にそれぞれ対応する第 1 量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ ($k = 0, \dots, L - 1$) の集合が、振幅値が 0 の第 1 量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ の個数が多い側の第 1 分類に属すると判定し、その判定結果を判定制御部 2 0 5 d に出力する。この場合、判定制御部 2 0 5 d は、符号化方式として第 1 方式 (mode = 0 b) を選択し (S 2 0 5 3)、第 1 方式を特定する識別子 mode = 0 b を出力して処理を終了する。

【 0 0 8 3 】

一方、ステップ S 2 0 5 2 f での結果が Y e s である場合、第 2 スパース性判定部 2 0 5 b は、L 個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k = 0, \dots, L - 1$) (所定数の第 1 符号化対象信号) にそれぞれ対応する第 1 量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ ($k = 0, \dots, L - 1$) の集合が、振幅値が 0 の第 1 量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ の個数が少ない側の第 2 分類に属すると判定し、その判定結果を判定制御部 2 0 5 d に出力する。この場合、判定制御部 2 0 5 d は、符号化方式として第 2 方式 (mode = 0 a) を選択し (S 2 0 5 4)、第 2 方式を特定する識別子 mode = 0 a を出力して処理を終了する。

20

【 0 0 8 4 】

《 ばらつき判定 (S 2 0 5 5 / 図 1 1 の S 1 5 の一例) 》

ばらつき判定は、第 1 スパース性判定 (S 2 0 5 1 a ~ S 2 0 5 2 e (図 1 8)) において、L 個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k = 0, \dots, L - 1$) (所定数の第 1 符号化対象信号) の集合が非スパース分類に属すると判定された場合に実行される。ばらつき判定では、ばらつき判定部 2 0 5 c が、L 個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k = 0, \dots, L - 1$) と、量子化正規化基準値 $X_{\bar{}}$ とを入力とし、L 個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k = 0, \dots, L - 1$) (所定数の第 1 符号化対象信号) の振幅値の統計的ばらつきを特定する第 3 判定値と所定の第 3 閾値 TH_4 とを比較する閾値判定により、L 個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k = 0, \dots, L - 1$) の集合が、統計的ばらつきが大きい側の第 3 分類に属するか、統計的ばらつきが小さい側の第 4 分類に属するかを判定する。この例では、ばらつき判定部 2 0 5 c が、

30

【 0 0 8 5 】

【 数 5 】

$$\frac{\sum_{k=0}^{L-1} |X(k)|^2}{\sum_{k=0}^{L-1} [|X(k)| - \bar{X}]^2} < Th_4 \quad (4)$$

40

【 0 0 8 6 】

を満たすことを確認する (図 1 9 / S 2 0 5 5)。なお、第 3 閾値 TH_4 は正の数であり、その一例は 2 . 0 である。

【 0 0 8 7 】

ステップ S 2 0 5 5 での結果が N o である場合、ばらつき判定部 2 0 5 c は、L 個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k = 0, \dots, L - 1$) (所定数の第 1 符号化対象信号) の集

50

合が、統計的ばらつきが小さい側の第4分類に属すると判定し、その判定結果を判定制御部205dに出力する。この場合、判定制御部205dは、符号化方式として第4方式($mode = 1$)を選択し(S2056)、第4方式を特定する識別子 $mode = 1$ を出力して処理を終了する。

【0088】

一方、ステップS2055(図19)での結果がYesである場合、ばらつき判定部205cは、L個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k = 0, \dots, L - 1$)(所定数の第1符号化対象信号)の集合が、統計的ばらつきが大きい側の第3分類に属すると判定し、その判定結果を判定制御部205dに出力する。この場合、判定制御部205dは、符号化方式として第3方式($mode = 2$)を選択し(S2057)、第3方式を特定する識別子 $mode = 2$ を出力して処理を終了する([ステップS205の処理の例示]終わり)。

10

【0089】

モード情報生成部206が、各方式を特定する識別子 $mode$ を入力とし、選択された符号化方式を特定するためのモード情報 $mode - bit$ を生成して出力する(図17(A)/S206)。

【0090】

[ステップS206の処理の例示]

図20は、ステップS206の処理の例示するためのフローチャートである。

【0091】

モード情報生成部206が、ステップS205で選択された方式を特定する識別子 $mode$ を入力とし、識別子 $mode$ の値を判定する(ステップS2061)。識別子 $mode = 0a$ または $0b$ である場合、モード情報生成部206は、モード情報 $mode - bit = 0$ を生成して出力する(ステップS2062)。識別子 $mode = 1$ である場合、モード情報生成部206は、モード情報 $mode - bit = 1$ を生成して出力する(ステップS2063)。識別子 $mode = 2$ である場合、モード情報生成部206は、モード情報 $mode - bit = 2$ を生成して出力する(ステップS2064)([ステップS206の処理の例示]終わり)。

20

【0092】

符号化処理部210が、周波数領域信号 $X(k)$ と第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ と量子化正規化基準値 X^{\cdot} との少なくとも一部と、符号化方式選択部205から出力された識別子 $mode$ とを入力とし、ステップS205で選択された符号化方式に則って符号化処理を行う(図17(A)/ステップS210)。

30

【0093】

[ステップS210の処理の例示]

図21は、ステップS210の処理の例示するためのフローチャートである。

【0094】

符号化処理部210の選択部211(図14)は、識別子 $mode$ を入力とし、識別子 $mode$ が $0b$ を示すことを確認する(ステップS2111)。

【0095】

ステップS2111での結果がYesである場合、第1符号化方式に則った符号化処理が行われる。すなわち、選択部211の制御に基づき、誤差計算部105に周波数領域信号 $X(k)$ と第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ が入力され、誤差計算部105が前述のステップS105の処理を実行し、第2符号化対象信号である誤差信号 $E(k)$ を出力する。次に、第2ベクトル量子化部106が、誤差信号 $E(k)$ と量子化正規化基準値 X^{\cdot} を入力とし、前述のステップS106の処理を実行し、第2ベクトル量子化インデックス C_2 を出力する。第1符号化方式の場合、符号化器200は、第1ベクトル量子化インデックス C_1 と第2ベクトル量子化インデックス C_2 と正規化基準値量子化インデックス C_s とモード情報 $mode - bit$ が含まれる符号を、復号器100'に送って処理を終了する。

40

【0096】

ステップS2111での結果がNoである場合、選択部211は、識別子 $mode$ が0

50

aを示すことを確認する(ステップS2112)。ステップS2112での結果がYesである場合、第2符号化方式に則った符号化処理が行われる。すなわち、まず、選択部211の制御に基づき、抽出部212にL個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k=0, \dots, L-1$)と第1量子化信号 $X^\wedge(k)$ ($k=0, \dots, L-1$)が入力される。抽出部212は、L個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k=0, \dots, L-1$)のうち第1ベクトル量子化部104においてパルスが立てられなかった周波数領域信号 $X(k)$ (振幅値が0の第1量子化信号 $X^\wedge(k)$ に対応する周波数領域信号)だけを抜き出した第2符号化対象信号 $E(m)$ と、第1ベクトル量子化部104においてパルスが立てられなかった周波数領域信号の数M(振幅値が0の第1量子化信号の数)を求め、第2符号化対象信号 $E(m)$ と数Mを出力する(ステップS212)。ここで、mは配列番号を表す整数値である。

10

【0097】

[ステップS212の処理の例示]

図22は、図21のステップS212の詳細を例示するためのフローチャートである。抽出部212は、まず、 $k=0$ 、 $m=0$ として処理を始める。抽出部212は、 k がLよりも小さいかを確認する(S2121)。ステップS2121での結果がYesの場合、次に抽出部212は、 $X^\wedge(k)$ が0かを確認する(S2122)。ステップS2122での結果がYesの場合、抽出部212は、 $E(m)$ を $X(k)$ とし、 m の値を1つ増やし(S2123)、ステップS2124の処理に進む。一方、ステップS2122での結果がNoの場合、ステップS2123の処理を実行することなく、ステップS2124に進む。ステップS2124では、抽出部212が、 k の値を1つ増やし、ステップS2121に戻る。S2121での結果がNoの場合、抽出部212は、 m の値をMとし(S2125)、処理を終了する([ステップS212の処理の例示]終わり)。

20

【0098】

次に、第2ベクトル量子化部213に、第2符号化対象信号 $E(m)$ と量子化正規化基準値 X^- と振幅値が0の第1量子化信号 $X^\wedge(k)$ の数Mが入力される。第2ベクトル量子化部213は、第2符号化対象信号 $E(m)$ を量子化正規化基準値 X^- で割り算する、もしくは逆数を乗ずることで正規化し、正規化第2符号化対象信号を求める。そして、正規化第2符号化対象信号を、M点または量子化ベクトルの次数の倍数Thでベクトル量子化し、量子化代表ベクトルのインデックスを第2ベクトル量子化インデックス C_2 として出力する(図21/S213)。量子化ベクトルの次数とは、例えば8がある。この場合、倍数Thは、8, 16, ..., 64などがあり、Mに最も近い数、M以下で最も近い数、あるいはM以上で最も近い数をThとして選べばよい。例えば、M以下で最も近い数をThとして選んだ場合、M個の正規化第2符号化対象信号の中からTh個分だけベクトル量子化してもよい。第2符号化方式の場合、符号化器200は、第1ベクトル量子化インデックス C_1 と第2ベクトル量子化インデックス C_2 と正規化基準値量子化インデックス C_5 とモード情報mode-bitが含まれる符号を、復号器100'に送って処理を終了する。

30

【0099】

ステップS2112(図21)での結果がNoである場合、選択部211は、識別子modeが2を示すことを確認する(ステップS2113)。ステップS2113での結果がYesである場合、第3符号化方式に則った符号化処理が行われる。すなわち、まず、選択部211の制御に基づき、誤差計算部214にL個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k=0, \dots, L-1$)と第1量子化信号 $X^\wedge(k)$ ($k=0, \dots, L-1$)が入力される。誤差計算部214は、第1量子化信号 $X^\wedge(k)$ の振幅値が0の場合は、周波数領域信号 $X(k)$ の絶対値と量子化正規化値 X^- から誤差信号を求め、第1量子化信号 $X^\wedge(k)$ の振幅値が0以外の場合は、周波数領域信号 $X(k)$ の絶対値と第1量子化信号 $X^\wedge(k)$ の絶対値から誤差信号を求め、誤差信号を第2符号化対象信号 $E(k)$ として出力する(S214)。

40

【0100】

50

[ステップS 2 1 4の処理の例示]

図2 3は、図2 1のステップS 2 1 4の詳細を例示するためのフローチャートである。

【0 1 0 1】

誤差計算部2 1 4は、まず、 $k = 0$ として処理を始める。誤差計算部2 1 4は、 k が L (周波数領域信号 $X(k)$ の数)よりも小さいかを確認する(S 2 1 4 1)。ステップS 2 1 4 1での結果がYesの場合、 $X^{\wedge}(k)$ が0かを確認する(S 2 1 4 2)。ステップS 2 1 4 2での結果がYesの場合(第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ の振幅値が0の場合)、誤差計算部2 1 4は、周波数領域信号 $X(k)$ の絶対値と量子化正規化値 X^{-} の誤差信号である

$$|X(k)| - A \cdot X^{-}$$

を第2符号化対象信号 $E(k)$ とし(S 2 1 4 3)、ステップS 2 1 4 5の処理に進む。ここで、 A は正規化値の調整用の正の数(例えば1.0)である。ステップS 2 1 4 2での結果がNoの場合(第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ の振幅値が0以外の場合)、周波数領域信号の絶対値 $|X(k)|$ と第1量子化信号の絶対値 $|X^{\wedge}(k)|$ の誤差信号である

$$|X(k)| - |X^{\wedge}(k)|$$

を第2符号化対象信号 $E(k)$ とし(S 2 1 4 4)、ステップS 2 1 4 5の処理に進む。ステップS 2 1 4 5では、 k を1増加させ(S 2 1 4 5)、ステップS 2 1 4 1に戻る。ステップS 2 1 4 1での結果がNoの場合、処理を終了する([ステップS 2 1 4の処理の例示]終わり)。

【0 1 0 2】

次に、第2ベクトル量子化部2 1 5に、誤差信号 $E(k)$ と量子化正規化基準値 X^{-} が入力される。第2ベクトル量子化部2 1 5は、誤差信号 $E(k)$ を、量子化正規化基準値 X^{-} で割り算する、もしくは逆数を乗ずることで正規化し、正規化誤差信号を求める。そして、正規化誤差信号をベクトル量子化して、量子化代表ベクトルのインデックスを第2ベクトル量子化インデックス C_2 として出力する(図2 1 / S 2 1 5)。第3符号化方式の場合、符号化器2 0 0は、第1ベクトル量子化インデックス C_1 と第2ベクトル量子化インデックス C_2 と正規化基準値量子化インデックス C_5 とモード情報mode-bitが含まれる符号を、復号器1 0 0'に送って処理を終了する。

【0 1 0 3】

ステップS 2 1 1 3(図2 1)での結果がNoである場合、第4符号化方式に則った符号化処理が行われる。すなわち、まず、抽出部2 1 6が、 L 個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k = 0, \dots, L - 1$)と第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ ($k = 0, \dots, L - 1$)を入力とし、周波数領域信号 $X(k)$ ($k = 0, \dots, L - 1$)から第1ベクトル量子化部1 0 4においてパルスが立てられなかったもの(振幅値が0の量子化信号に対応する周波数領域信号)だけを抜き出した第2符号化対象信号 $E(m)$ と、第1ベクトル量子化部においてパルスが立てられなかった周波数領域信号の数 M (振幅値が0の量子化信号の数)を求め、第2符号化対象信号 $E(m)$ ($m = 0, \dots, M - 1$)と数 M を出力する(S 2 1 6)。この処理は、前述のステップS 2 1 2と同一である。

【0 1 0 4】

次に、正負符号情報計算部2 1 7が、第2符号化対象信号 $E(m)$ ($m = 0, \dots, M - 1$)と数 M とを入力として、振幅値が0の第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ に対応する周波数領域信号 $X(k)$ (第1符号化対象信号)である第2符号化対象信号 $E(m)$ ($m = 0, \dots, M - 1$)が正であるか負であるかを示す2進数の正負符号情報 $b(m)$ ($m = 0, \dots, M - 1$)を生成して出力する(S 2 1 7)。

【0 1 0 5】

[ステップS 2 1 7の処理の例示]

図2 4は、図2 1のステップS 2 1 7の詳細を例示するためのフローチャートである。

【0 1 0 6】

正負符号情報計算部2 1 7は、まず、 $m = 0$ として処理を始める。正負符号情報計算部2 1 7は、 m が M よりも小さいかを確認する(S 2 1 7 1)。ステップS 2 1 7 1での結

10

20

30

40

50

果が Yes の場合、正負符号情報計算部 217 は、第 2 符号化対象信号 $E(m)$ が 0 未満 (負) であるかを確認する (S2173)。ステップ S2173 での結果が Yes の場合 (負の場合)、正負符号情報計算部 217 は、 $b(m)$ を 0 とし (S2174)、ステップ S2176 の処理に進む。一方、ステップ S2173 での結果が No の場合 (正の場合)、正負符号情報計算部 217 は、 $b(m)$ を 1 とし (S2175)、ステップ S2176 の処理に進む。ステップ S2176 では、正負符号情報計算部 217 が、 m の値を 1 つ増やし (S2176)、ステップ S2171 に戻る。ステップ S2171 での結果が No の場合、処理を終了する ([ステップ S217 の処理の例示] 終わり)。

【0107】

第 4 符号化方式の場合、符号化器 200 は、第 1 ベクトル量子化インデックス C_1 と正負符号情報 $b(m)$ ($m = 0, \dots, M-1$) と正規化基準値量子化インデックス C_5 とモード情報 $mode-bit$ が含まれる符号を、復号器 100' に送って処理を終了する。

10

【0108】

< 復号処理 >

図 17 (B) は復号器の処理を説明するためのフローチャートである。

【0109】

まず、復号器 200' は、前述したステップ S107 および S108 の処理を実行し、正規化基準値量子化インデックス C_5 を用いて量子化値を特定し、それを復号量子化正規化基準値 X^- とするとともに、第 1 ベクトル量子化インデックス C_1 と復号量子化正規化基準値 X^- を用いて L 個の量子化信号を特定し、それらを L 個の周波数領域信号 $X(k)$ ($k = 0, \dots, L-1$) (符号化対象信号) にそれぞれ対応する L 個の復号第 1 量子化信号 $X^+(k)$ ($k = 0, \dots, L-1$) とする。

20

【0110】

次に、復号器 200' の復号方式選択部 219 が、少なくともモード情報 $mode-bit$ を用いて復号方式を特定する (ステップ S219)。

【0111】

[ステップ S219 の処理の例示]

図 25 は、ステップ S219 の処理を例示するためのフローチャートである。この例では、モード情報 $mode-bit$ が 0 (所定値) であった場合に、ステップ S108 で出力された復号第 1 量子化信号 $X^+(k)$ (第 1 量子化信号) のうち振幅値が 0 の復号第 1 量子化信号の個数を特定する第 2 判定値 m と所定の第 2 閾値 Th_5 とを比較する閾値判定を行って、 L 個の復号第 1 量子化信号 $X^+(k)$ ($k = 0, \dots, L-1$) (所定数の第 1 量子化信号) の集合が、振幅値が 0 の復号第 1 量子化信号の個数が多い側の第 1 分類に属するか、振幅値が 0 の復号第 1 量子化信号の個数が少ない側の第 2 分類に属するかを判定し、第 1 分類に属する場合には第 1 復号方式を選択し、第 2 分類に属する場合には第 2 復号方式を選択する。また、モード情報 $mode-bit$ が 0 (所定値) 以外であった場合に、モード情報 $mode-bit$ が示す第 3 符号化方式または第 4 符号化方式にそれぞれ対応する第 3 復号方式または第 4 復号方式を選択する。なお、第 2 閾値 Th_5 は、符号化器 200 で使用された値と同一である。

30

40

【0112】

まず、復号方式選択部 219 のモード情報判定部 219a (図 15) が、モード情報 $mode-bit$ を入力として、モード情報 $mode-bit$ が 1 を示すことを確認する (図 25 / S2191a)。ステップ S2191a での結果が Yes の場合、判定制御部 219d は、復号方式として第 4 方式を選択し、第 4 方式を特定する識別子 $mode = 1$ を出力して処理を終了する (S2193)。ステップ S2191a での結果が No の場合、モード情報判定部 219a が、モード情報 $mode-bit$ が 2 を示すことを確認する (S2191b)。ステップ S2191b での結果が Yes の場合、判定制御部 219d は、復号方式として第 3 方式を選択し、第 3 方式を特定する識別子 $mode = 2$ を出力して処理を終了する (S2194)。ステップ S2191b での結果が No の場合、判定制御

50

部 2 1 9 d は、モード情報 $mode - bit$ が 0 を示すとして、スパース性判定部 2 1 9 b に以下の処理を実行させる。

【 0 1 1 3 】

スパース性判定部 2 1 9 b は、第 1 量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ を入力とし、 $k = 0$ 、 $m = 0$ として処理を始める (ステップ S 2 1 9 2 a)。スパース性判定部 2 1 9 b は、 k が L よりも小さいかを確認する (S 2 1 9 2 b)。ステップ S 2 1 9 2 b での結果が Yes の場合、スパース性判定部 2 1 9 b は、第 1 量子化信号の振幅値 $|X^{\wedge}(k)|$ が 0 でないことを確認する (S 2 1 9 2 c)。ステップ S 2 1 9 2 c での結果が Yes の場合、スパース性判定部 2 1 9 b は、 m の値を 1 つ増やし (S 2 1 9 2 d)、ステップ S 2 1 9 2 e の処理に進む。ステップ S 2 1 9 2 c での結果が No の場合、スパース性判定部 2 1 9 b は、ステップ S 2 1 9 2 d の処理を実行することなく、ステップ S 2 1 9 2 e の処理に進む。ステップ S 2 1 9 2 e では、スパース性判定部 2 1 9 b が、 k の値を 1 つ増やし (S 2 1 9 2 e)、ステップ S 2 1 9 2 b の処理に戻る。ステップ S 2 1 9 2 b での結果が No の場合、スパース性判定部 2 1 9 b は、 m を第 2 判定値とし、第 2 判定値 m が第 2 閾値 Th_5 よりも大きいことを確認する (S 2 1 9 2 f)。

10

【 0 1 1 4 】

ステップ S 2 1 9 2 f での結果が No である場合、スパース性判定部 2 1 9 b は、 L 個の復号第 1 量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ ($k = 0, \dots, L - 1$) (所定数の第 1 量子化信号) の集合が、振幅値が 0 の復号第 1 量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ の個数が多い側の第 1 分類に属すると判定し、その判定結果を判定制御部 2 1 9 d に出力する。この場合、判定制御部 2 1 9 d は、復号方式として第 1 方式 ($mode = 0 b$) を選択し (S 2 1 9 5)、第 1 方式を特定する識別子 $mode = 0 b$ を出力して処理を終了する。

20

【 0 1 1 5 】

一方、ステップ S 2 1 9 2 f での結果が Yes である場合、スパース性判定部 2 1 9 b は、 L 個の復号第 1 量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ ($k = 0, \dots, L - 1$) (所定数の第 1 量子化信号) の集合が、振幅値が 0 の第 1 量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ の個数が少ない側の第 2 分類に属すると判定し、その判定結果を判定制御部 2 1 9 d に出力する。この場合、判定制御部 2 1 9 d は、復号方式として第 2 方式 ($mode = 0 a$) を選択し (S 2 1 9 6)、第 2 方式を特定する識別子 $mode = 0 a$ を出力して処理を終了する ([ステップ S 2 1 9 の処理の例示] 終わり)。

30

【 0 1 1 6 】

次に、復号信号生成部 2 2 0 が、復号第 1 量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ と復号量子化正規化基準値 X^{-} と第 2 ベクトル量子化インデックス C_2 と正負符号情報 $b(m)$ ($m = 0, \dots, M - 1$) との少なくとも一部と、復号方式選択部 2 1 9 から出力された識別子 $mode$ とを入力とし、上記のように特定された復号方式に則り、復号信号 $Z(k)$ を生成し、生成した復号信号を出力する (図 1 7 (B) / ステップ S 2 2 0)。

【 0 1 1 7 】

[ステップ S 2 2 0 の処理の例示]

図 2 6 は、ステップ S 2 2 0 の処理の例示するためのフローチャートである。

【 0 1 1 8 】

復号信号生成部 2 2 0 の選択部 2 2 1 (図 1 6) は、識別子 $mode$ を入力とし、識別子 $mode$ が $0 b$ を示すことを確認する (ステップ S 2 2 1 1)。

40

【 0 1 1 9 】

ステップ S 2 2 1 1 での結果が Yes である場合、第 1 復号方式に則った復号処理が行われる。すなわち、まず、選択部 2 2 1 の制御に基づき、第 2 ベクトル復号部 1 0 9 に第 2 ベクトル量子化インデックス C_2 と復号量子化正規化基準値 X^{-} を入力し、第 2 ベクトル復号部 1 0 9 が前述のステップ S 1 0 9 の処理によって復号量子化誤差信号 $E^{\wedge}(k)$ を生成して出力する (S 1 0 9)。次に、誤差修正部 1 1 0 が、復号第 1 量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ と復号量子化誤差信号 $E^{\wedge}(k)$ を入力とし、前述のステップ S 1 1 0 の処理によって復号信号 $Z(k)$ を生成して出力し (S 1 1 0)、処理を終了する。

50

【 0 1 2 0 】

ステップ S 2 2 1 1 (図 2 6) での結果が N o である場合、選択部 2 2 1 は、識別子 m o d e が 0 a を示すことを確認する (S 2 2 1 2) 。ステップ S 2 2 1 2 での結果が Y e s である場合、第 2 復号方式に則った復号処理が行われる。すなわち、まず、M 値計算部 2 2 2 は、第 1 ベクトル復号部 1 0 8 において求められた復号第 1 量子化信号 X ^ (k) を入力とし、復号第 1 量子化信号 X ^ (k) の振幅値が 0 である復号第 1 量子化信号 X ^ (k) の数 M を求める (S 2 2 2) 。

【 0 1 2 1 】

[ステップ S 2 2 2 の処理の例示]

図 2 7 は、図 2 6 のステップ S 2 2 2 の詳細を例示するためのフローチャートである。M 値計算部 2 2 2 は、まず、k = 0、m = 0 として処理を始める。M 値計算部 2 2 2 は、k が L よりも小さいかを確認する (S 2 2 2 1) 。ステップ S 2 2 2 1 での結果が Y e s の場合、次に M 値計算部 2 2 2 は、X ^ (k) が 0 かを確認する (S 2 2 2 2) 。ステップ S 2 2 2 2 での結果が Y e s の場合、M 値計算部 2 2 2 は、m の値を 1 つ増やし (S 2 2 2 3) 、ステップ S 2 2 2 4 の処理に進む。一方、ステップ S 2 2 2 2 での結果が N o の場合、M 値計算部 2 2 2 は、ステップ S 2 2 2 3 の処理を実行することなく、ステップ S 2 2 2 4 に進む。ステップ S 2 2 2 4 では、M 値計算部 2 2 2 が、k の値を 1 つ増やし、ステップ S 2 2 2 1 に戻る。ステップ S 2 2 2 1 での結果が N o の場合、M 値計算部 2 2 2 は、m の値を M とし (S 2 2 2 5) 、処理を終了する。このように値 M を求めることができるため、符号中に数 M を伝えるためのビットを含める必要がない ([ステップ S 2 2 2 の処理の例示] 終わり) 。

10

20

【 0 1 2 2 】

次に、第 2 ベクトル復号部 2 2 3 に、第 2 ベクトル量子化インデックス C 2 と復号量子化正規化値 X ^ と振幅値が 0 である復号第 1 量子化信号 X ^ (k) の数 M とが入力される。第 2 ベクトル復号部 2 2 3 は、M 点または量子化ベクトルの次数の倍数 T h で第 2 ベクトル量子化インデックス C 2 を復号し、正規化第 2 復号量子化信号を求め、正規化第 2 復号量子化信号に復号量子化正規化値 X ^ を乗算することで逆正規化し、復号第 2 量子化信号 E ^ (m) を生成して出力する (図 2 6 / S 2 2 3) 。次に、再構成部 2 2 4 に、復号第 1 量子化信号 X ^ (k) と復号第 2 量子化信号 E ^ (m) と第 2 ベクトル復号部 2 2 3 が復号するとき用いた量子化ベクトルの次数の倍数 T h、振幅値が 0 である復号第 1 量子化信号 X ^ (k) の数 M が入力される。再構成部 2 2 4 は、復号第 1 量子化信号 X ^ (k) (第 1 量子化信号) の振幅値が 0 以外の場合は復号第 1 量子化信号 X ^ (k) を復号信号 Z (k) とし、復号第 1 量子化信号 X ^ (k) の振幅値が 0 の場合は復号第 2 量子化信号 E ^ (m) を順次復号信号 Z (k) とすることで、復号信号 Z (k) を求め、出力する (S 2 2 4) 。

30

【 0 1 2 3 】

[ステップ S 2 2 4 の処理の例示]

図 2 8 は、ステップ S 2 2 4 の処理を例示するためのフローチャートである。再構成部 2 2 4 は、まず、k = 0、m = 0 として処理を始める。再構成部 2 2 4 は、k が L (周波数領域信号 X (k) の数) よりも小さいかを確認する (S 2 2 4 1) 。ステップ S 2 2 4 1 での結果が Y e s の場合、再構成部 2 2 4 は、m が M より小さいことを確認する (S 2 2 4 2) 。ステップ S 2 2 4 2 での結果が Y e s の場合、再構成部 2 2 4 は、m が T h より小さいことを確認する (S 2 2 4 3) 。ステップ S 2 2 4 3 での結果が Y e s の場合、再構成部 2 2 4 は、X ^ (k) が 0 かを確認する (S 2 2 4 4) 。ステップ S 2 2 4 4 での結果が Y e s の場合、再構成部 2 2 4 は、E ^ (m) を Z (k) とし、m の値を 1 つ増加させ、ステップ S 2 2 4 7 の処理に進む (S 2 2 4 5) 。ステップ S 2 2 4 2、S 2 2 4 3、S 2 2 4 4 での結果が N o の場合、再構成部 2 2 4 は、X ^ (k) を Z (k) とし、ステップ S 2 2 4 7 の処理に進む (S 2 2 4 6) 。そして、ステップ S 2 2 4 7 では、再構成部 2 2 4 が k の値を 1 つ増加させ (S 2 2 4 7)、ステップ S 2 2 4 1 の処理に戻る。ステップ S 2 2 4 1 の結果が N o の場合、再構成部 2 2 4 は、処理を終了する ([ス

40

50

ステップS 2 2 4の処理の例示] 終わり)。

【 0 1 2 4 】

ステップS 2 2 1 2 (図 2 6)での結果がNoである場合、選択部 2 2 1 (図 1 6)は、識別子modeが2を示すことを確認する(S 2 2 1 3)。ステップS 2 2 1 3での結果がYesである場合、第3復号方式に則った復号処理が行われる。すなわち、まず、選択部 2 2 1の制御に基づき、第2ベクトル復号部 2 2 5に第2ベクトル量子化インデックス C_2 と復号量子化正規化基準値 X^- を入力し、第2ベクトル復号部 2 2 5が前述のステップS 1 0 9と同一の処理によって復号量子化誤差信号 $E^+(k)$ を生成して出力する(S 2 2 5)。

【 0 1 2 5 】

次に、誤差修正部 2 2 6が、復号量子化誤差信号 $E^+(k)$ と復号第1量子化信号 $X^+(k)$ とを入力とし、復号第1量子化信号 $X^+(k)$ (第1量子化信号)の振幅値が0の場合は、復号量子化正規化基準値 X^- (量子化正規化基準値)と復号第2量子化信号 $E^+(k)$ (第2量子化信号)と加重加算結果と、ランダムに生成された1または-1との乗算結果を復号信号 $Z(k)$ とし、復号第1量子化信号 $X^+(k)$ の振幅値が0以外の場合は、復号第1量子化信号 $X^+(k)$ と復号第2量子化信号 $E^+(k)$ の和を用いた計算結果を復号信号 $Z(k)$ とする(S 2 2 6)。

【 0 1 2 6 】

[ステップS 2 2 6の処理の例示]

図 2 9は、ステップS 2 2 6の処理を例示するためのフローチャートである。

【 0 1 2 7 】

誤差修正部 2 2 6は、まず、 $k = 0$ として処理を始める。誤差修正部 2 2 6は、 k が L (周波数領域信号 $X(k)$ の数)よりも小さいかを確認する(S 2 2 6 1)。ステップS 2 2 6 1での結果がYesの場合、誤差修正部 2 2 6は、 $X^+(k)$ が0かを確認する(S 2 2 6 2)。ステップS 2 2 6 2の結果がYesの場合(復号第1量子化信号 $X^+(k)$ の振幅値が0の場合)、誤差修正部 2 2 6は、復号量子化正規化基準値 X^- と復号第2量子化信号 $E^+(k)$ の加重加算結果 $A \cdot X^- + E^+(k)$ にランダムに生成した1または-1を乗算し、乗算結果を復号信号 $Z(k)$ とする(S 2 2 6 3)。ここで、 A は正規化基準値の調整用の正の数(例えば1.0)である。また、図中の $rand(k)$ は、ランダムに1または-1を生成する関数を示しており、例えば乱数などを用いて1または-1を生成する関数である。このように、ランダムに1または-1を乗算するのは、すべての周波数で復号信号が正の値となったのでは、歪んだ音になってしまうからであり、ランダムに1または-1を乗算することによって自然な音を作り出すことができる。ステップS 2 2 6 2での結果がNoの場合は、誤差修正部 2 2 6は、 $X^+(k)$ が負かを確認する(S 2 2 6 4)。ステップS 2 2 6 4での結果がYesの場合(復号第1量子化信号の値が負の場合)は、誤差修正部 2 2 6は、復号第1量子化信号 $X^+(k)$ の絶対値と復号第2量子化信号 $E^+(k)$ の和に-1を乗算し、乗算結果を復号信号 $Z(k)$ とする(S 2 2 6 5)。ステップS 2 2 6 4での結果がNoの場合(復号第1量子化信号の値が正の場合)は、誤差修正部 2 2 6は、復号第1量子化信号 $X^+(k)$ の絶対値と復号第2量子化信号 $E^+(k)$ の和を復号信号 $Z(k)$ とする(S 2 2 6 6)。誤差修正部 2 2 6は、 k を1増加させ(S 2 2 6 7)、ステップS 2 2 6 1の処理に戻る。ステップS 2 2 6 1の結果がNoの場合、誤差修正部 2 2 6は、処理を終了する([ステップS 2 2 6の処理の例示] 終わり)。

【 0 1 2 8 】

ステップS 2 2 1 3 (図 2 6)での結果がNoである場合、第4復号方式に則った復号処理が行われる。すなわち、まず、M値計算部 2 2 7が、復号第1量子化信号 $X^+(k)$ ($k = 0, \dots, L - 1$)を入力とし、それらのうち振幅値が0の復号第1量子化信号 $X^+(k)$ の数 M を求め、数 M を出力する(S 2 2 7)。この処理は、前述のステップS 2 2 2と同一である。

【 0 1 2 9 】

10

20

30

40

50

次に、周波数成分計算部 228 が、復号量子化正規化基準値 X^{-} と正負符号情報 $b(m)$ ($m = 0, \dots, M-1$) と値 M とを入力とし、正負符号情報 $b(m)$ が示す正または負の符号を持つ信号 $E^{\wedge}(m)$ を生成し、信号 $E^{\wedge}(m)$ を出力する (図 26 / S 228)。

【0130】

[ステップ S 228 の処理の例示]

図 30 は、図 26 のステップ S 228 の詳細を例示するためのフローチャートである。周波数成分計算部 228 は、まず、 $m = 0$ として処理を始める。周波数成分計算部 228 は、 m が L よりも小さいかを確認する (S 2281)。ステップ S 2281 での結果が Yes の場合、周波数成分計算部 228 は、 $b(m)$ が 0 であるかを確認する (S 2283)。

10

$$E^{\wedge}(m) = -1 \cdot C(m) \cdot X^{-} \quad (5)$$

を計算し (S 2284)、ステップ S 2287 の処理に進む。一方、S 2283 での結果が No の場合、周波数成分計算部 228 は、

$$E^{\wedge}(m) = C(m) \cdot X^{-} \quad (6)$$

を計算し (S 2285)、ステップ S 2287 の処理に進む。ここで、 $C(m)$ は、復号量子化正規化基準値 X^{-} を周波数領域信号 $X(k)$ に近づけるための正の調整定数である。 $C(m)$ の例は 1 未満の数や 1 よりも大きな数であるが、 $C(m) = 1.0$ としてもよい。また、 $C(m)$ は、すべての $m = 0, \dots, M-1$ に対して同一の値であってもよいし、各 m または一部の m の集合ごとに定められてもよい。すなわち、信号 $E^{\wedge}(m)$ の絶対値は、復号量子化正規化基準値 X^{-} またはその重み付け値あるいは定数倍値である。ステップ S 2287 では、周波数成分計算部 228 が、 m の値を 1 つ増やし (S 2287)、ステップ S 2281 の処理に進む。S 2281 での結果が No の場合、周波数成分計算部 228 は、処理を終了する ([ステップ S 228 の処理の例示] の説明終わり)。

20

【0131】

次に、再構成部 229 が、復号第 1 量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ ($k = 0, \dots, L-1$) と信号 $E^{\wedge}(m)$ ($m = 0, \dots, M-1$) とを入力とし、復号第 1 量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ ($k = 0, \dots, L-1$) のうち、振幅値が 0 の第 1 量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ を信号 $E^{\wedge}(m)$ に置換した復号信号 $Z(k)$ ($k = 0, \dots, L-1$) を生成し、復号信号 $Z(k)$ ($k = 0, \dots, L-1$) を出力する (図 26 / S 229)。

30

【0132】

[ステップ S 229 の処理の例示]

図 31 は、図 26 のステップ S 229 の詳細を例示するためのフローチャートである。再構成部 229 は、まず、 $k = 0$ 、 $m = 0$ として処理を始める。再構成部 229 は、 k が L よりも小さいかを確認する (S 2291)。ステップ S 2291 での結果が Yes の場合、再構成部 229 は、復号第 1 量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ が 0 であるかを確認する (S 2292)。ステップ S 2292 での結果が Yes の場合、再構成部 229 は、信号 $E^{\wedge}(m)$ を復号信号 $Z(k)$ とし (ステップ S 2293)、ステップ S 2295 の処理に進む。一方、ステップ S 2292 での結果が No の場合、再構成部 229 は、復号第 1 量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ を復号信号 $Z(k)$ とし、ステップ S 2295 の処理に進む。ステップ S 2295 では、周波数成分計算部 228 が、 k の値を 1 つ増やし (S 2295)、ステップ S 2291 の処理に戻る。ステップ S 2291 の結果が No の場合、再構成部 229 は、処理を終了する ([ステップ S 229 の処理の例示] の説明終わり)。

40

【0133】

以上のステップ S 220 の処理の後、時間領域変換部 111 が、復号信号 $Z(k)$ ($k = 0, \dots, L-1$) を入力とし、それらの時間領域変換を行い、フレーム点数 L 分の出力信号 $z(n)$ ($n = 0, \dots, N-1$) を出力する (S 111)。

【0134】

< 第 1 実施形態の特徴 >

以上のように、本形態の符号化処理では、基準値よりも振幅値が小さな第 1 符号化対象

50

信号の個数、または、振幅値が基準値以下の第1符号化対象信号の個数、を特定する判定値に基づき、所定数の第1符号化対象信号に対応する符号化方式を選択することとした。そのため、第1符号化対象信号がスパースか否かに応じて適切な符号化方式を選択できる。

【0135】

また、本形態の符号化処理では、第1符号化対象信号がスパースであると判定された場合に、所定数の第1符号化対象信号にそれぞれ対応する第1量子化信号のうち振幅値が0の第1量子化信号の個数を特定する第2判定値と所定の第2閾値とを比較する閾値判定により、所定数の第1符号化対象信号にそれぞれ対応する第1量子化信号の集合が、振幅値が0の第1量子化信号の個数が多い側の第1分類に属するか、振幅値が0の第1量子化信号の個数が少ない側の第2分類に属するかをすることにした(S2052a~S2052f)。これにより、第1符号化対象信号がスパース(第1分類)か、非常にスパース(第2分類)かを判定でき、それぞれに応じて適切な符号化方式を選択できる。なお、この判定は第1量子化信号を用いているため、復号処理時にも同様に実行できる(S2192a~2192f)。よって、第1分類に対応する第1符号化方式が選択されたか、第2分類に対応する第2符号化方式が選択されたかを特定する情報を符号に含める必要はない。

10

【0136】

また、本形態の符号化処理では、第1符号化対象信号がスパースであると判定された場合に、所定数の第1符号化対象信号の振幅値の統計的ばらつきを特定する第3判定値と所定の第3閾値とを比較する閾値判定により、所定数の第1符号化対象信号の集合が、統計的ばらつきが小さい側の第4分類に属するか、統計的ばらつきが大きい側の第3分類に属するかを判定することとした(S2055)。これにより、所定数の第1符号化対象信号の集合の統計的ばらつきに応じて適切な符号化方式を選択できる。

20

【0137】

なお、本発明は上述の実施形態に限定されない。例えば、本形態では、入力信号 $x(n)$ を周波数領域に変換して得られた周波数領域信号 $X(k)$ を符号化対象信号とした。しかし、入力信号 $x(n)$ を周波数領域に変換して得られた周波数領域信号の特定の周波数帯(例えば、 $8kHz \sim 14kHz$ など)の信号を符号化対象信号としてもよい。また、所定の離散時間区間であるフレーム単位またはフレームを複数に符号化対象信号分割した離散時間区間であるサブフレーム単位で抽出された時間領域の信号を符号化対象信号としてもよい。また、これらの信号を量子化した信号を符号化対象信号としてもよい。

30

【0138】

また、本形態では、所定数の符号化対象信号の平均パワーの平方根、または、所定数の符号化対象信号の平均振幅値を正規化基準値 X_{norm} としたが、所定数の符号化対象信号の合計パワーや、所定数の符号化対象信号の振幅値の合計値など、その他の所定数の符号化対象信号の振幅の集合に依存する値を正規化基準値 X_{norm} としてもよい。

【0139】

また、本形態では、第1ベクトル量子化部104が、正規化後の符号化対象信号をベクトル量子化して、量子化代表ベクトルのインデックスである第1ベクトル量子化インデックス C_1 を生成したが、正規化前の符号化対象信号をベクトル量子化して、量子化代表ベクトルのインデックスである第1ベクトル量子化インデックス C_1 を生成してもよい。

40

【0140】

また、本形態では、符号化時に、一段目のベクトル量子化を行って得られた信号を符号化方式選択部205や符号化処理部210に入力したが、二段以上のベクトル量子化を行って得られた信号を符号化方式選択部205や符号化処理部210に入力する構成でもよい。この場合、復号時にも符号化時と同じ段数のベクトル復号が実行される。

【0141】

また、本形態では、L点の周波数領域信号 $X(k)$ ($k=0, \dots, L-1$)に対応する正規化基準値 X_{norm} を用いたが、サブバンドごとに周波数領域信号 $X(k)$ に対応する正規化基準値 X_{norm} が生成されてもよい。

50

【0142】

また、ステップS2055の確認を行わず、ステップS2051eの結果がNoとなった場合に、予め定められた第3方式(mode=2)または第4方式(mode=1)が選択されてもよい。また、ステップS2052a~S2052fの確認を行わず、ステップS2051eの結果がYesとなった場合に、予め定められた第1方式(mode=0b)または第2方式(mode=0a)が選択されてもよい。さらに、ステップS2055の確認もステップS2052a~S2052fの確認も行わず、ステップS2051eの結果がYesとなった場合に、予め定められた第1方式(mode=0b)または第2方式(mode=0a)が選択され、ステップS2051eの結果がNoとなった場合に、予め定められた第3方式(mode=2)または第4方式(mode=1)が選択されてもよい。また、上述の第1~第4方式以外の符号化方式及び復号方式を用いてもよい。さらに、第1符号化対象信号がスパースか否かに応じて、振幅値が0の第1量子化信号と振幅値が0以外の第1量子化信号とで符号化処理および復号処理を変化させる方式と、振幅値が0の第1量子化信号と振幅値が0以外の第1量子化信号とで符号化処理および復号処理を変化させない方式とを切り替える構成でもよい。また、5つ以上の方式から1つの方式を選択する構成でもよい。また、ステップS2051a~S2051eや、ステップS2052a~S2052fや、ステップS2055の処理の少なくとも一部を、それぞれ、異なる閾値を用いて複数回実行して、判定結果が5以上に分岐する構成でもよい。

10

【0143】

また、本形態では、第1方式(mode=0b)と第2方式(mode=0a)とに対して同じモード情報mode-bit「0」を割り当てたが、第1方式(mode=0b)と第2方式(mode=0a)とに対して異なるモード情報mode-bitを割り当ててもよい。

20

【0144】

また、ステップS2051b、S2051e、S2052c、S2052f、S2055などの各判定方法は上述のものに限定されず、同じ目的を達成するためにそれらと異なる様々な判定方法を用いることができる。例えばステップS2051a~S2051eでは、周波数領域信号 $X(k)$ の振幅値 $|X(k)|$ が基準値 $Th_1 \cdot X^{-}$ よりも小さい場合をカウントし、そのカウント値である判定値 m が閾値 Th_2 よりも大きい場合に、非常にスパースであると判定した。しかし、周波数領域信号 $X(k)$ の振幅値 $|X(k)|$ が基準値 $Th_1 \cdot X^{-}$ よりも大きい場合をカウントし、そのカウント値である判定値 m が閾値 Th_2 よりも小さい場合に、非常にスパースであると判定してもよい。また、 $>$ であるかという判定を $<$ であるかという判定に変更することや、 $<$ であるかという判定を $>$ であるかという判定に変更することも可能である。

30

【0145】

また、各符号化方式および復号方式を適宜変更してもよい。例えば、(復号)量子化正規化値 X^{-} を用いる代わりに、処理対象となる離散時間区間(フレームやサブフレームなど)間で(復号)量子化正規化値 X^{-} を平滑化して得られた値を用いてもよい。また、例えば、第2ベクトル量子化部213、215、第2ベクトル復号部223、225、周波数成分計算部228において、(復号)量子化正規化値 X^{-} を用いる代わりに、振幅値が0の第1量子化信号 $X^{\wedge}(k)$ に対応する第1符号化対象信号 $X(k)$ の振幅値からなる集合のみに依存すると推定される第2正規化基準値(量子化正規化値 X^{-} の再計算値)を用いてもよい。また、再構成部224、229が、 $X^{\wedge}(k)$ の振幅値が0の場合に、 $E^{\wedge}(m)$ を復号信号 $Z(k)$ とするのではなく、 $X^{\wedge}(k)$ と $E^{\wedge}(m)$ との線形和などの $E^{\wedge}(m)$ と同値の信号を復号信号 $Z(k)$ としてもよい。その他、第4方式において、振幅値が0の $X^{\wedge}(k)$ に対応する $X(k)$ から選択された、所定個数以下の符号化対象信号 $X(k)$ に対してのみ、正負符号情報 $b(m)$ が生成されてもよい。

40

【0146】

〔第2実施形態〕

前述のように、所定数の第1符号化対象信号の集合は、それぞれ、何れかの離散時間区

50

間（フレームやサブフレーム等）に対応する。また、所定数の第1符号化対象信号の集合がスパースか否かに基づき、符号化方式を選択する処理（S 1 1やS 2 0 5 1 a ~ S 2 0 5 1 e）や、選択された符号化方式に則って符号化処理を行う処理（S 2 1 0）は、当該離散時間区間ごとに実行される。ここで、隣り合う離散時間区間に対してそれぞれ選択された符号化方式が頻繁に変化することは、ミュージカルノイズの原因の一つとなる。本形態では、隣り合う離散時間区間に対応する各判定結果が互いに相違する頻度を低くするための平滑化処理を行い、ミュージカルノイズを軽減させる。

【0 1 4 7】

< 構成 >

図 1 2 および図 1 3 を用いて第 2 実施形態の構成を説明する。

10

【0 1 4 8】

第 2 実施形態の符号化器 3 0 0 は、符号化方式選択部 3 0 5 が第 1 実施形態の符号化器 2 0 0 と相違する。符号化方式選択部 3 0 5 は、平滑化処理部 3 0 5 a を備える点で第 1 実施形態の符号化方式選択部 2 0 5 と相違する。符号化器 3 0 0 のその他の構成は、符号化器 2 0 0 と同一である。また、第 2 実施形態の復号器は第 1 実施形態の復号器 2 0 0 と同一である。

【0 1 4 9】

< 符号化処理 >

次に、図 1 7 および図 1 8 を用い、第 2 実施形態の符号化処理を説明する。

【0 1 5 0】

第 2 実施形態の符号化方法は、ステップ S 3 0 5 の処理が第 1 実施形態のステップ S 2 0 5 の処理と相違する。

20

【0 1 5 1】

本形態では、ステップ S 2 0 5 1 e（図 1 8）での結果が Yes である場合、平滑化処理部 3 0 5 a が、変数 flg_hold に定数 $HOLD_TIME$ を代入（ステップ S 3 0 5 1 a）した後、第 2 スパース性判定（S 2 0 5 2 a ~ S 2 0 5 2 f）が実行される。変数 flg_hold の値は、以後の離散時間区間（フレームやサブフレーム等）に対する処理においても維持され、後述のように、変数 flg_hold のちが 0 でない限り、第 1 符号化方式または第 2 符号化方式が選択され易くなる。なお、定数 $HOLD_TIME$ は、第 1 符号化方式または第 2 符号化方式が選択され易くなる離散時間区間数（フレーム数やサブフレーム数等）を示す正の整数であり、その一例は 5 0 である。

30

【0 1 5 2】

ステップ S 2 0 5 1 e（図 1 8）での結果が No である場合、平滑化処理部 3 0 5 a が、変数 flg_hold の値が 0 よりも大きいことを確認する（S 3 0 5 1 b）。ステップ S 3 0 5 1 b での結果が Yes である場合、平滑化処理部 3 0 5 a は、判定値 m が補正閾値 Th_3 よりも大きいことを確認する（S 3 0 5 1 c）。なお、補正閾値 Th_3 は、閾値 Th_2 よりも小さく、かつ、1 より大きく L より小さい正の整数であり、 $L = 64$ の場合の一例は 1 0 である。ステップ S 3 0 5 1 c での結果が Yes である場合、平滑化処理部 3 0 5 a が、変数 flg_hold から 1 を引いた値を新たな変数 flg_hold の値とした後（ステップ S 3 0 5 1 d）、第 2 スパース性判定（S 2 0 5 2 a ~ S 2 0 5 2 f）が実行される。ステップ S 3 0 5 1 c での結果が Yes である場合、平滑化処理部 3 0 5 a が、変数 flg_hold から 1 を引いた値を新たな変数 flg_hold の値とした後（ステップ S 3 0 5 1 e）、ばらつき判定（S 2 0 5 5）が実行される。また、ステップ S 3 0 5 1 b での結果 No である場合にも、ばらつき判定（S 2 0 5 5）が実行される。その他は第 1 実施形態と同じである。なお、第 2 実施形態の復号処理は第 1 実施形態と同一であるため説明を省略する。

40

【0 1 5 3】

< 第 2 実施形態の特徴 >

補正閾値 Th_3 は閾値 Th_2 よりも小さいため、一旦、ステップ S 2 0 5 1 e の結果が Yes となった場合（スパースであると判定された場合）、それ以降の $HOLD_TIME$

50

E分の離散時間区間において、第1符号化方式または第2符号化方式が選択され易くなる。これにより、隣り合う離散時間区間に対応する各判定結果が互いに相違する頻度が低くなり、ミュージカルノイズが軽減される。また、第2実施形態でも第1実施形態と同様な効果を得ることができる。

【0154】

また、本発明は上述の実施形態に限定されない。例えば、隣り合う離散時間区間に対応する各判定結果が互いに相違する頻度を低くする処理方法が上記以外であってもよい。例えば、ステップS3051b~S3051eの処理の代わりに、ステップS2051eの結果がYesとなった場合（スパースであると判定された場合）、それ以降のHOLD__TIME分の離散時間区間において、閾値 Th_2 の値が小さくなる構成でもよい。また、ステップS2051eの結果がYesとなった場合（スパースであると判定された場合）、それ以降のHOLD__TIME分の離散時間区間において、判定値mの値がかさ上げされる（例えば、 $m+10$ を判定値とする等）構成でもよい。また、一旦、ステップS2051eの結果がNoとなった場合（スパースでないとして判定された場合）、それ以降のHOLD__TIME分の離散時間区間において、第3符号化方式または第4符号化方式が選択され易くなる構成でもよい。また、本形態では、スパースであるか否かの判定部分について、隣り合う離散時間区間に対応する各判定結果が互いに相違する頻度を低くすることとした。しかし、その他の判定部分（第2スパース性判定やばらつき判定）において、隣り合う離散時間区間に対応する各判定結果が互いに相違する頻度を低くしてもよい。その他、第2実施形態と前述した第1実施形態やその変形とを組み合わせさせた形態でもよい。

【0155】

〔第3実施形態〕

第3実施形態の符号化処理では、所定の割り当てられたビット数から、第1量子化信号を特定するために必要なビット数を減じた残存ビット数が所定値 R ($R-1$)以上である場合にのみ、ばらつき判定(S2055)が実行される。第1スパース判定(S2051a~S2051e)において所定数の第1符号化対象信号の集合が非スパース分類に属すると判定され、かつ、残存ビット数が所定値 R 未満である場合には、第3判定値m (S2192f)の値にかかわらず、予め定められた第3符号化方式または第4符号化方式が選択される。なお、残存ビット数が所定値 R 以上である場合のモード情報mode-bitのビット長は、第1スパース判定(S2051a~S2051e)とばらつき判定(S2055)とによって分岐する判定結果を表現可能な第1ビット長とされ、残存ビット数が所定値 R 未満である場合のモード情報のビット長は、第1スパース判定(S2051a~S2051e)によって分岐する判定結果のみを表現可能な第2ビット長とされ、所定値 R は、第1ビット長から第2ビット長を減じた値に等しい。

【0156】

第3実施形態の復号処理では、残存ビット数が所定値 R 以上であるか否かを判定し、残存ビット数が所定値 R 以上である場合、符号の所定の位置から所定の第1ビット長を抽出してこれをモード情報mode-bitとし、残存ビット数が所定値 R 未満である場合、符号の所定の位置から所定の第2ビット長を抽出してこれをモード情報mode-bitとする。

【0157】

本形態では、一例として、所定値 R を1とし、第1ビット長を2ビットとし、第2ビット長を1ビットとした場合を説明する。

【0158】

<構成>

図12、図13および図15を用いて第3実施形態の構成を説明する。

【0159】

第3実施形態の符号化器400は、符号化方式選択部405とモード情報生成部406とが第1実施形態の符号化器200と相違する。符号化方式選択部405は、残存ビット数判定部405cを備える点で第1実施形態の符号化方式選択部205と相違する。符号

化器 300 のその他の構成は、符号化器 200 と同一である。

【0160】

第3実施形態の復号器 400' は、復号方式選択部 419 が第1実施形態の復号器 200' と相違する。復号方式選択部 419 は、モード情報判定部 419a と判定制御部 419d と残存ビット数判定部 419c が第1実施形態の復号方式選択部 219 と相違する。復号器 400' のその他の構成は、復号器 200' と同一である。

【0161】

<符号化処理・復号処理>

次に、図17から図25を用い、第3実施形態の符号化処理および復号処理を説明する。

【0162】

第3実施形態の符号化処理は、ステップ S405, 406 の処理が第1実施形態のステップ S205, 406 の処理と相違する。

【0163】

本形態の符号化方式の選択処理(図17/S405)では、ばらつき判定(図19/S2055)を行う前に、符号化方式選択部 405 の残存ビット数判定部 405c が、残存ビット数が所定値 R 以上であるか否かを判定する。残存ビット数の例は、第1ベクトル量子化部 104 での量子化結果を伝送するために割り当てられた所定のビット数 BIT から、第1量子化信号 X^k を特定するために必要なビット数 *nbit* を減じた値である。また、第1量子化信号 X^k を特定するために必要なビット数 *nbit* の例は、第1ベクトル量子化インデックス C_1 のビット数、もしくは、正規化基準値量子化インデックス C_s のビット数、または、それらのビット数の合計値である。この場合、ばらつき判定(S2055)を行う前に、残存ビット数判定部 405c が、第1ベクトル量子化インデックス C_1 、もしくは、正規化基準値量子化インデックス C_s のビット数、または、それらの両方を入力とし、*nbit* が BIT よりも小さいことを確認する(S4041)。ステップ S4051 での結果が Yes の場合、ばらつき判定(S2055)が実行される。ステップ S4051 での結果が No の場合、ばらつき判定(S2055)を行うことなく、強制的に第4方式が選択される(S2057)。

【0164】

本形態のモード情報生成処理(図17/S406)では、ステップ S2062、S2063、S2064(図20)の後、モード情報生成部 406 が、第1ベクトル量子化インデックス C_1 、もしくは、正規化基準値量子化インデックス C_s のビット数、または、それらの両方を入力とし、*nbit* が BIT よりも小さいことを確認する(S4061)。ステップ S4061 での結果が Yes の場合、モード情報生成部 406 は、モード情報 *mode-bit* のために符号の所定位置の2ビットを割り当てる(ステップ S4062)。ステップ S4061 での結果が No の場合、モード情報生成部 406 は、モード情報 *mode-bit* のために符号の所定位置の1ビットを割り当てる(ステップ S4063)。

【0165】

第3実施形態の復号処理は、ステップ S419 の処理が第1実施形態のステップ S219 の処理と相違する。

【0166】

本形態の復号方式の選択処理(図17(B)/S419)では、最初に、復号方式選択部 419 の残存ビット数判定部 419c が、第1ベクトル量子化インデックス C_1 、もしくは、正規化基準値量子化インデックス C_s のビット数、または、それらの両方を入力とし、*nbit* が BIT よりも小さいことを確認し(図25/S4191)、その結果を判定制御部 419d に伝える。ステップ S4191 の結果が Yes であった場合、判定制御部 419d はモード情報判定部 419a に符号の所定の位置の2ビットを抽出させ、これをモード情報 *mode-bit* とする(S4192)。また、判定制御部 419d はモード情報判定部 419a に符号の所定の位置の1ビットを抽出させ、これをモード情報 *mo*

10

20

30

40

50

d e - b i tとする (S 4 1 9 3)。その後の処理は、第 1 実施形態と同じである。

【 0 1 6 7 】

< 第 3 実施形態の特徴 >

本形態では、前段の第 1 ベクトル量子化に関するビットを伝送するために符号に割り当てられた領域が余っているときには、その領域の 1 ビットとモード情報に割り当てられた 1 ビットとの計 2 ビットをモード情報 m o d e - b i t の伝送のために用いる。一方、前段の第 1 ベクトル量子化に関するビットを伝送するために符号に割り当てられた領域が余っていないときには、モード情報に割り当てられた 1 ビットのみをモード情報 m o d e - b i t の伝送のために用いる。これにより、符号ビット長を抑制できる。

【 0 1 6 8 】

また、モード情報に割り当てられた 1 ビットのみをモード情報 m o d e - b i t の伝送のために用いる場合には第 3 方式と第 4 方式とを区別できない。そのため、符号化処理時に第 1 方式または第 2 方式が選択されないときには、強制的に予め定められた第 3 方式または第 4 方式が選択される。しかし、第 3 方式を用いるか第 4 方式を用いるかの相違による符号化精度の差異はさほど大きくないため、このような処理でも復号信号の品質にはさほど影響しない。

【 0 1 6 9 】

なお、本発明は上述の実施形態に限定されない。例えば、本形態では、前段の第 1 ベクトル量子化に関するビットを伝送するために符号に割り当てられた領域が余っているか否かに応じ、2 種類のビット数 (本形態の例では 1 ビットまたは 2 ビット) からモード情報 m o d e - b i t の伝送に用いるビット数を選択した。しかし、前段の第 1 ベクトル量子化に関するビットを伝送するために符号に割り当てられた領域に残存するビット数に応じ、3 種類以上のビット数からモード情報 m o d e - b i t の伝送に用いるビット数を選択してもよい。例えば、当該領域に残存するビット数が R B I T であった場合、この R B I T とモード情報に割り当てられた 1 ビットとの計 (R B I T + 1) ビットをモード情報 m o d e - b i t の伝送のために用いてもよい。また、例えば、第 3 実施形態と第 2 実施形態や前述した第 1 実施形態の変形とを組み合わせた形態でもよい。

【 0 1 7 0 】

〔 実験結果 〕

各音源に対する本形態の方式選択 (mode スイッチング) の動作検証を行った。ここでは、第 3 実施形態で説明したように、モード情報として常時 1 ビット使用し、第 1 ベクトル量子化部に関するビットに対して割り当てられた領域が余ったときのみモード情報として 1 ビット使用した。

【 0 1 7 1 】

図 3 2 から図 3 6 は、本形態の方式選択の動作検証結果を説明するための図である。これらの図の横軸は識別子 m o d e の値を示し、縦軸は確率を示す。図 3 2 はノイズがない環境で収録された話し声の周波数領域信号を第 1 符号化対象信号とした場合 (データ 1)、図 3 3 はノイズが存在する環境で収録された話し声の周波数領域信号を第 1 符号化対象信号とした場合 (データ 2)、図 3 4 は歌付のブルースロック音楽の周波数領域信号を第 1 符号化対象信号とした場合 (データ 3)、図 3 5 はグロッケンシュピール (鉄琴) で演奏された音楽の周波数領域信号を第 1 符号化対象信号とした場合 (データ 4)、図 3 6 はバグパイプ (風笛) で演奏された音楽の周波数領域信号を第 1 符号化対象信号とした場合 (データ 5) の検証結果を示している。

【 0 1 7 2 】

図 3 2 から図 3 6 に示すように、周波数軸方向においてスパースな音源ほど m o d e = 0 a , 0 b が選択され、スパースでない音源ほど m o d e = 1 , 2 が選択される傾向がある。また、量子化正規化基準値に対する第 1 符号化対象信号の絶対値のばらつきが小さい (第 1 符号化対象信号の絶対値と量子化正規化基準値の間の S N R (式 (4) の左辺) が大きい) と考えられるデータ 2 では、m o d e = 2 でなく m o d e = 1 が選択された。

【 0 1 7 3 】

10

20

30

40

50

〔その他の変形例等〕

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

【0174】

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

【0175】

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。

【0176】

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。

【0177】

このようなプログラムを実行するコンピュータは、例えば、まず、可搬型記録媒体に記録されたプログラムもしくはサーバコンピュータから転送されたプログラムを、一旦、自己の記憶装置に格納する。そして、処理の実行時、このコンピュータは、自己の記録媒体に格納されたプログラムを読み取り、読み取ったプログラムに従った処理を実行する。また、このプログラムの別の実行形態として、コンピュータが可搬型記録媒体から直接プログラムを読み取り、そのプログラムに従った処理を実行することとしてもよく、さらに、このコンピュータにサーバコンピュータからプログラムが転送されるたびに、逐次、受け取ったプログラムに従った処理を実行することとしてもよい。また、サーバコンピュータから、このコンピュータへのプログラムの転送は行わず、その実行指示と結果取得のみによって処理機能を実現する、いわゆるASP (Application Service Provider) 型のサービスによって、上述の処理を実行する構成としてもよい。なお、本形態におけるプログラムには、電子計算機による処理の用に供する情報であってプログラムに準ずるもの(コンピュータに対する直接の指令ではないがコンピュータの処理を規定する性質を有するデータ等)を含むものとする。

【0178】

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。

【符号の説明】

【0179】

100, 200, 300, 400 符号化器

100', 200', 400' 復号器

10

20

30

40

【図1】

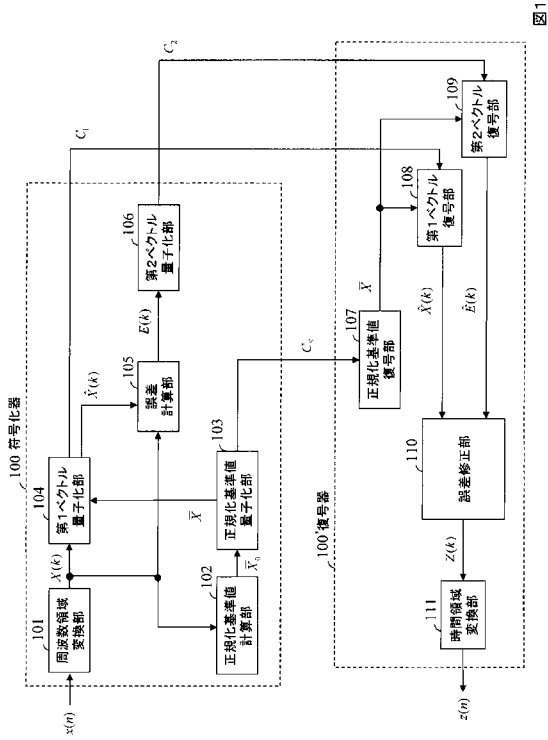


図1

【図2】

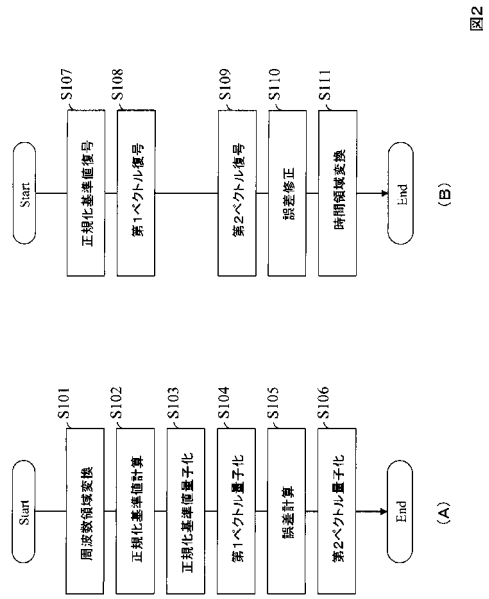


図2

【図3】

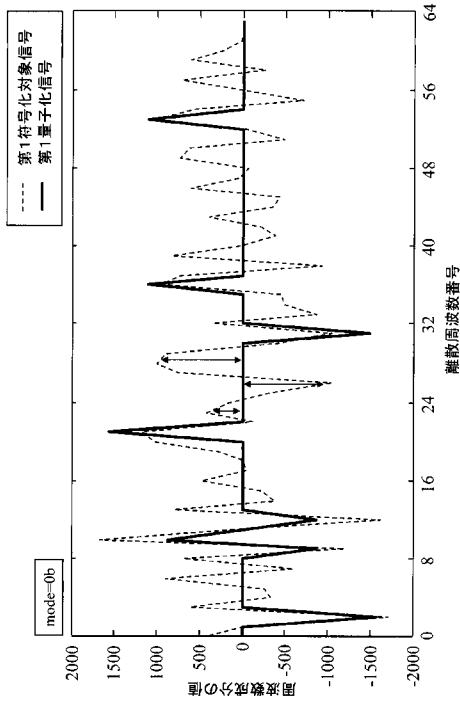


図3

【図4】

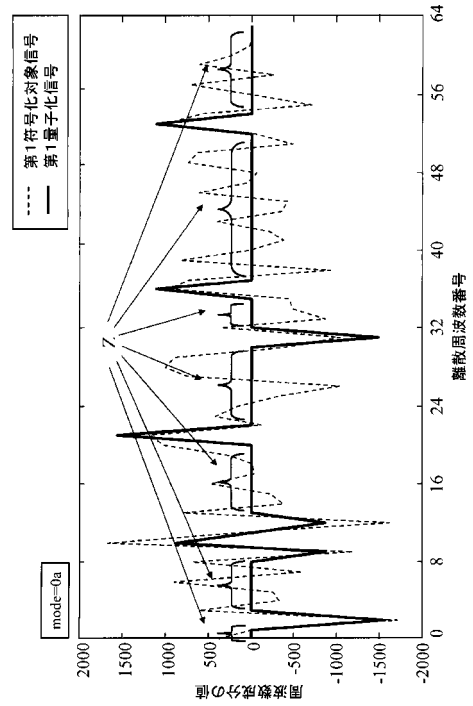


図4

【 図 5 】

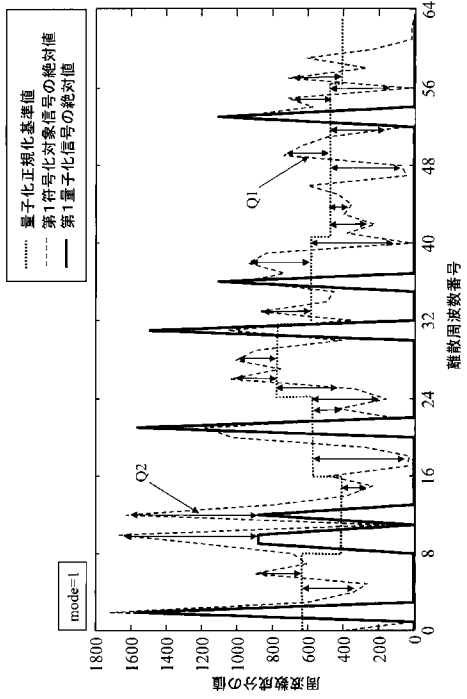


図5

【 図 6 】

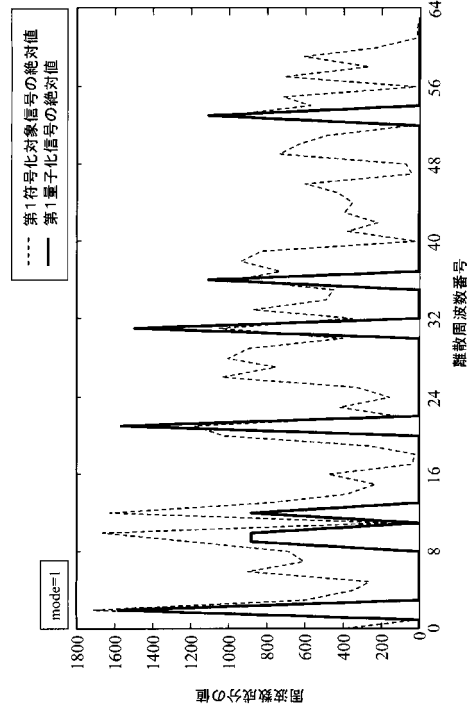


図6

【 図 7 】

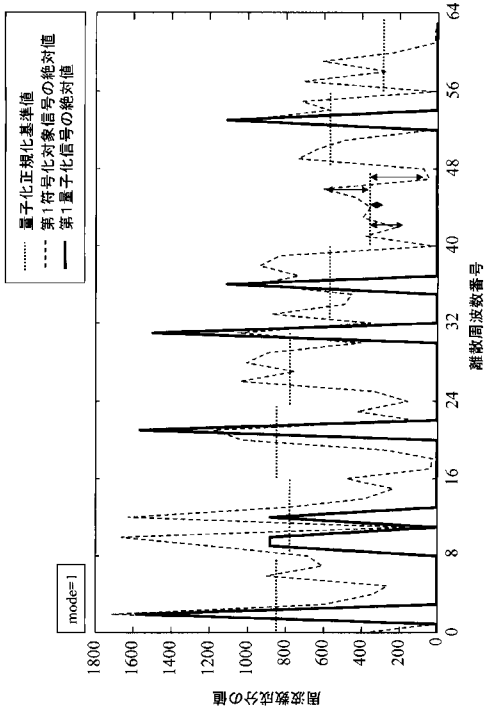


図7

【 図 8 】

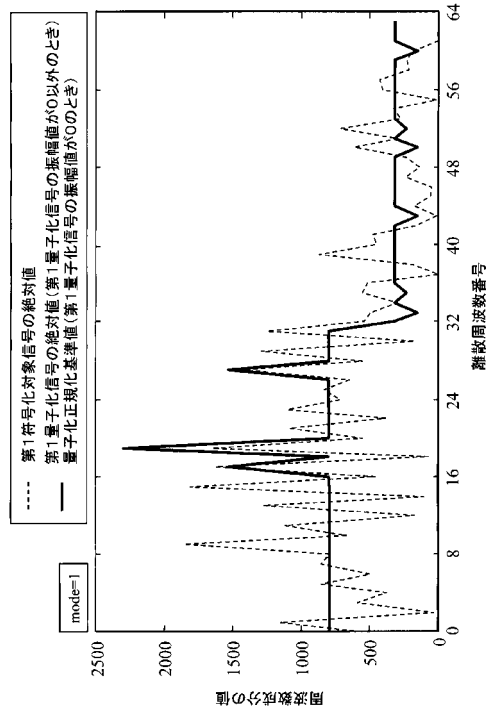


図8

【 図 9 】

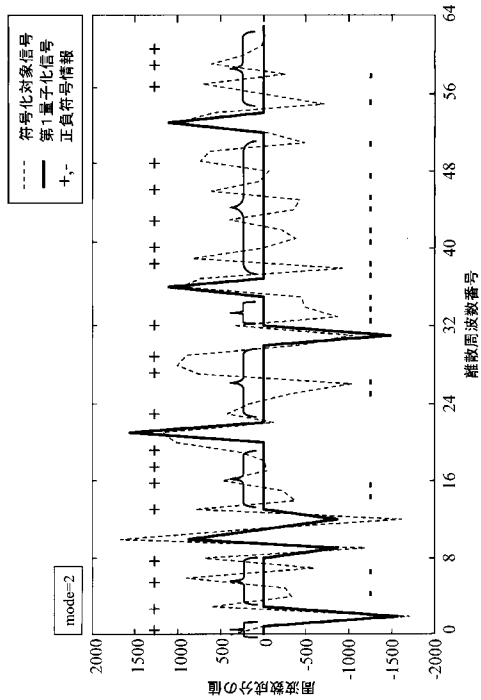


図9

【 図 10 】

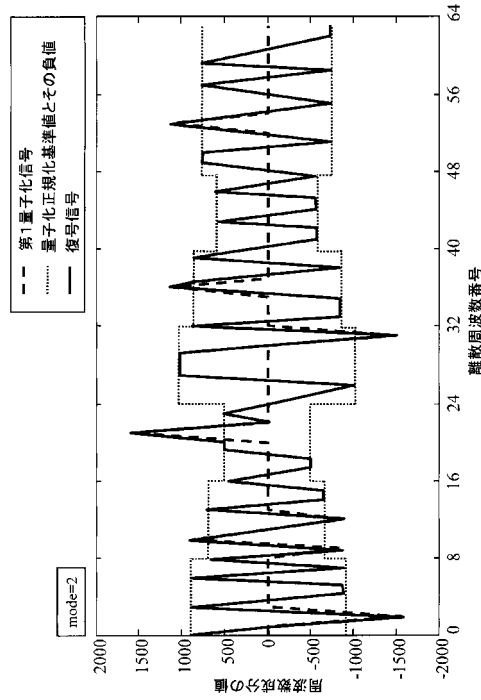


図10

【 図 1 1 】

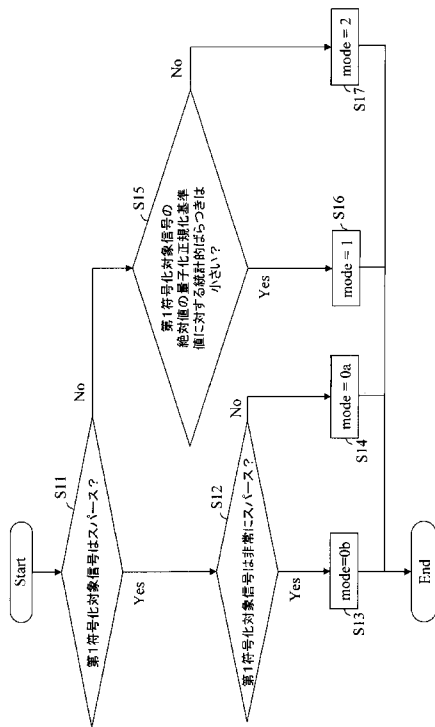


図11

【 図 1 2 】

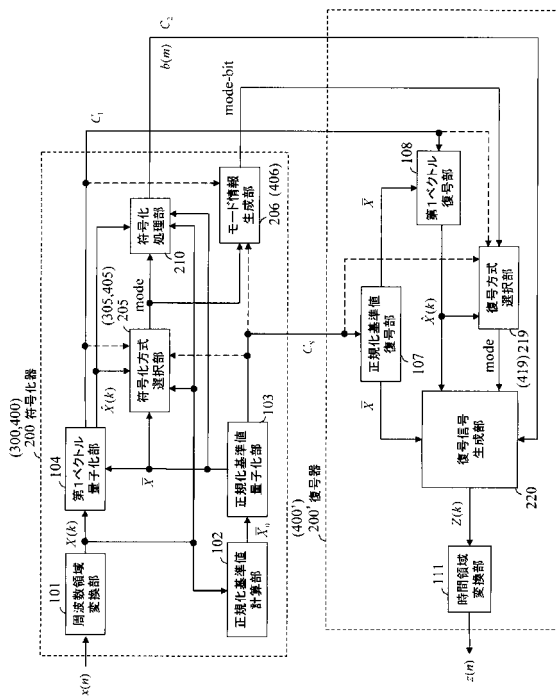


図12

【図13】

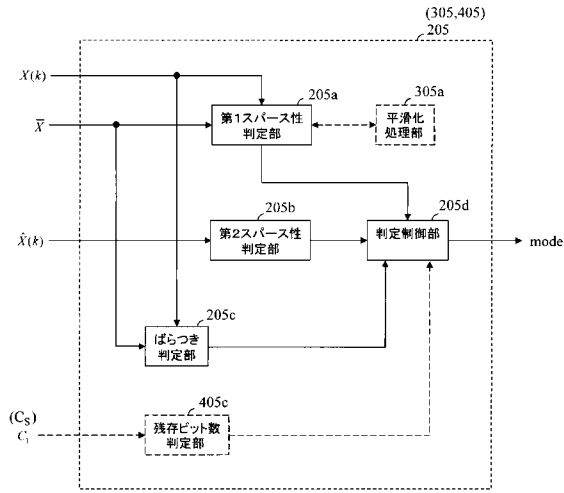


図13

【図14】

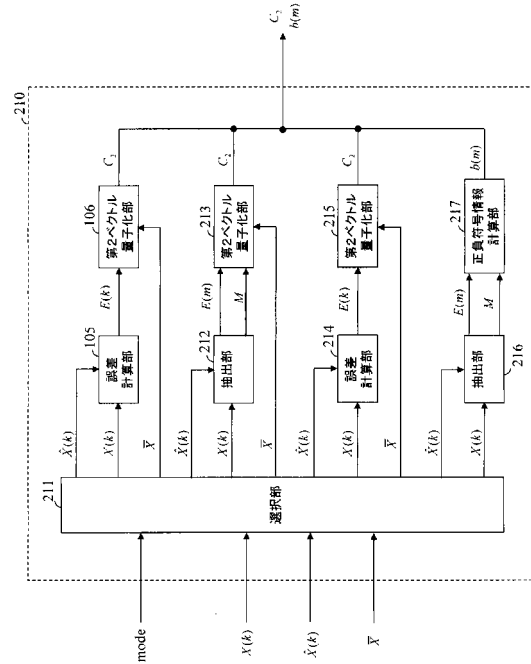


図14

【図15】

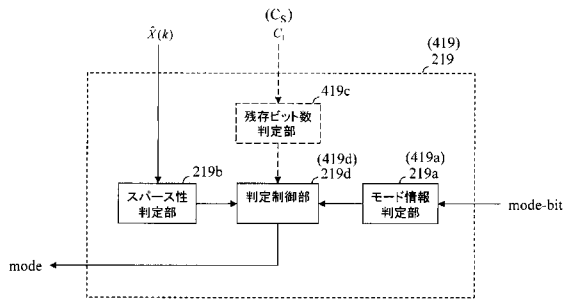


図15

【図16】

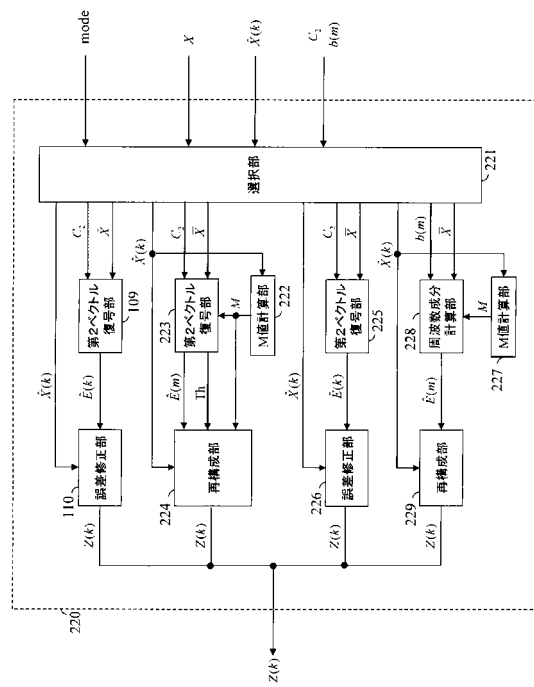


図16

【 図 17 】

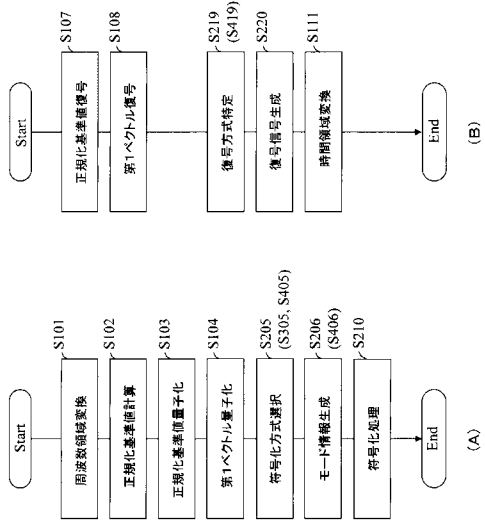


図17

【 図 18 】

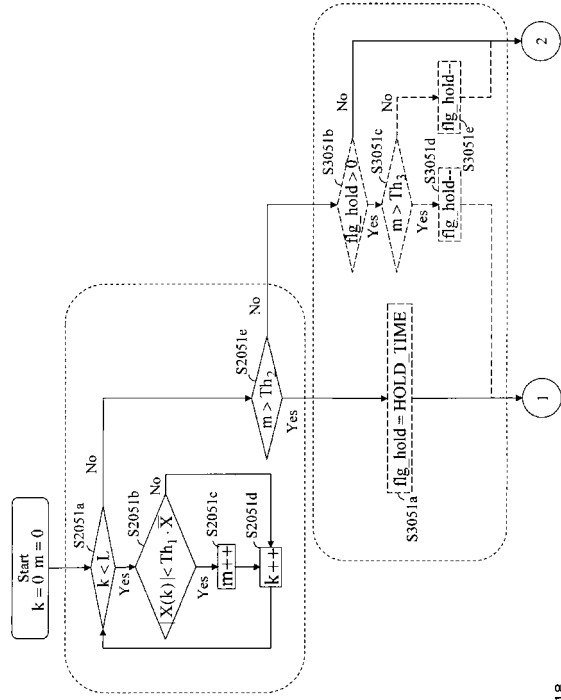


図18

【 図 19 】

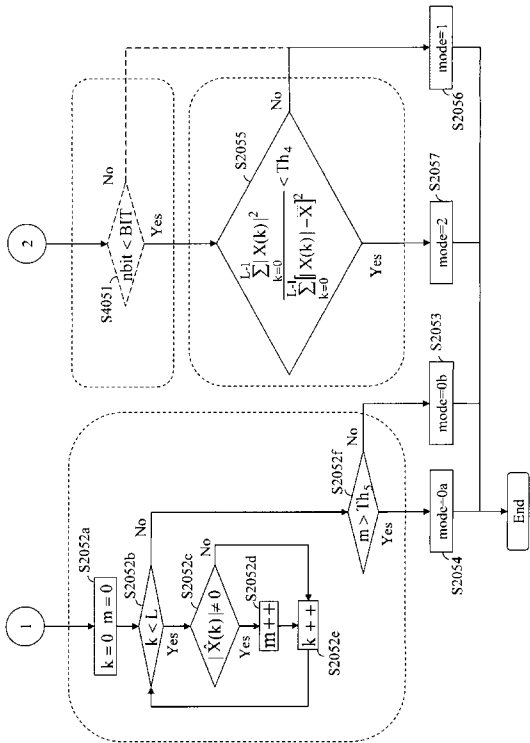


図19

【 図 20 】

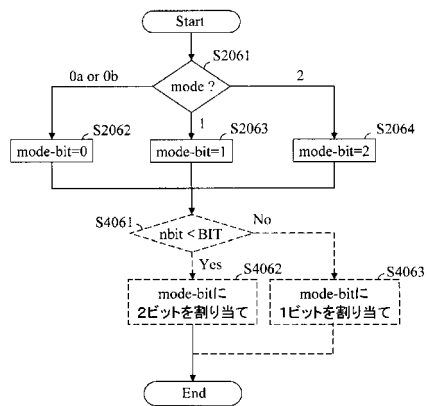


図20

【 図 2 1 】

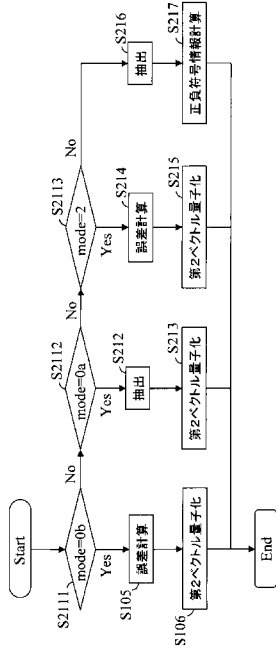


図21

【 図 2 2 】

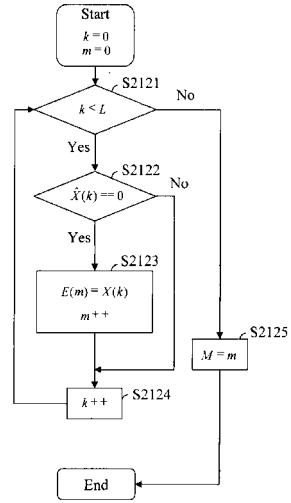


図22

【 図 2 3 】

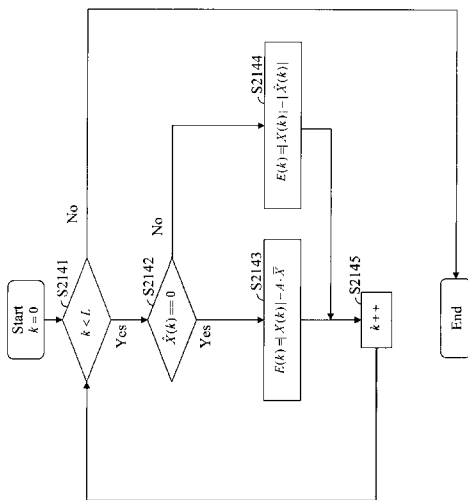


図23

【 図 2 4 】

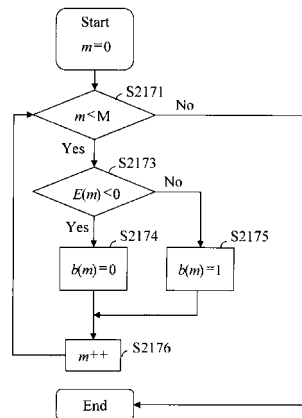


図24

【図25】

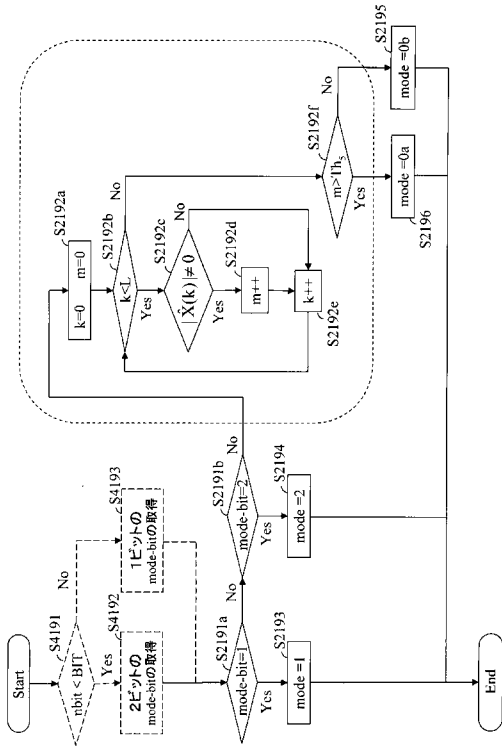


図25

【図26】

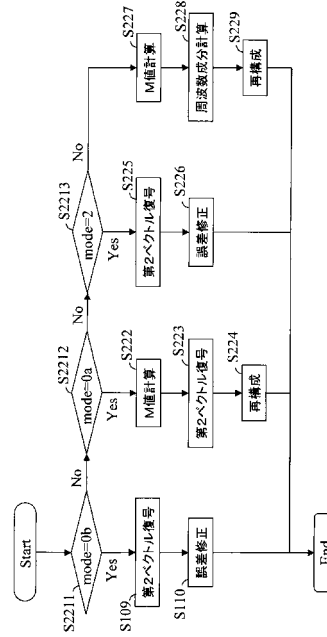


図26

【図27】

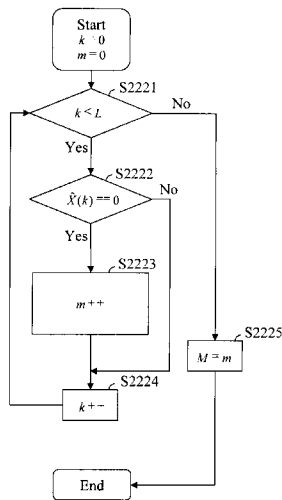


図27

【図28】

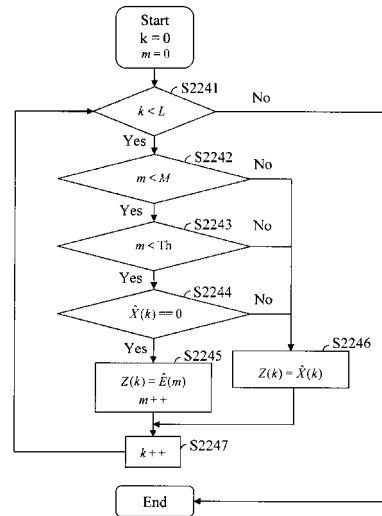


図28

【 図 29 】

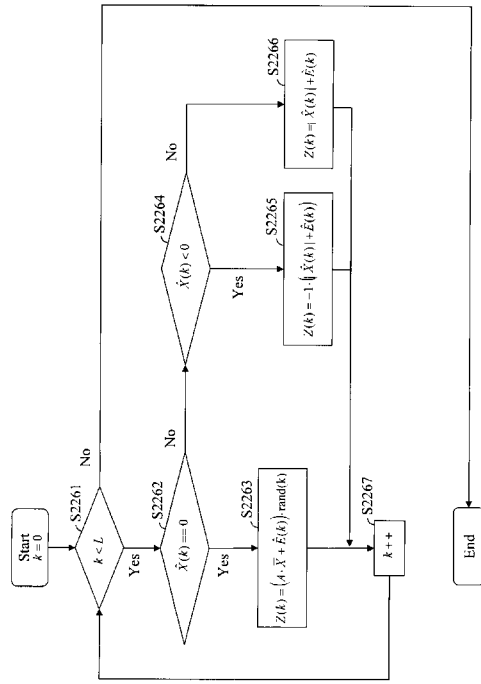


図29

【 図 30 】

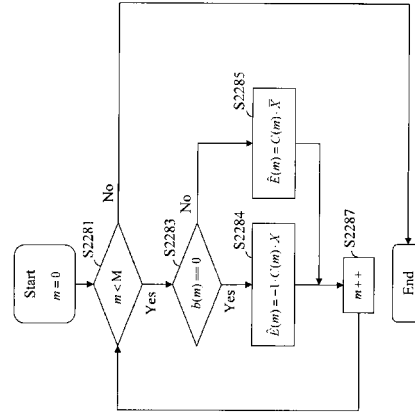


図30

【 図 31 】

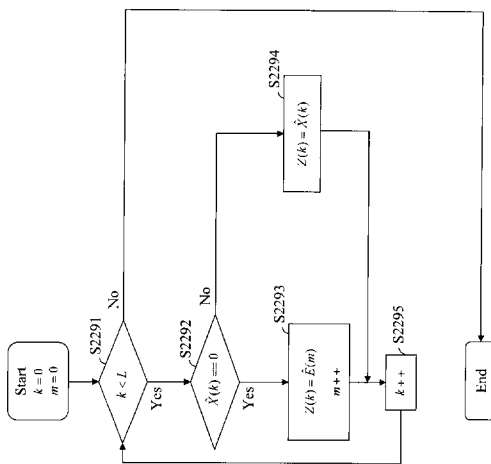


図31

【 図 32 】

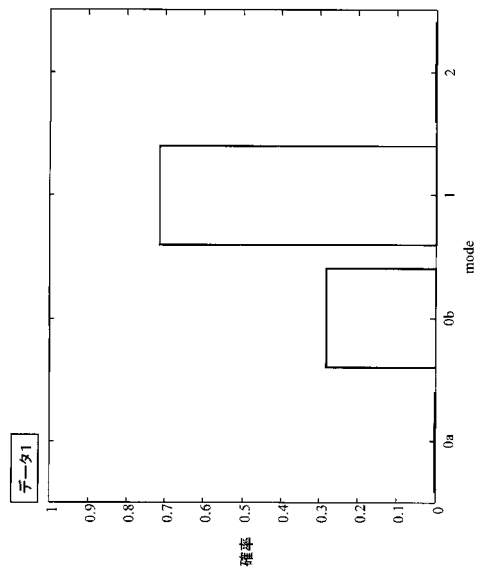


図32

【図33】

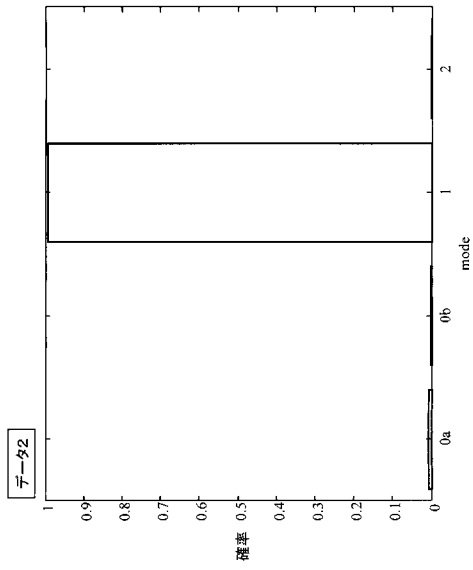


図33

【図34】

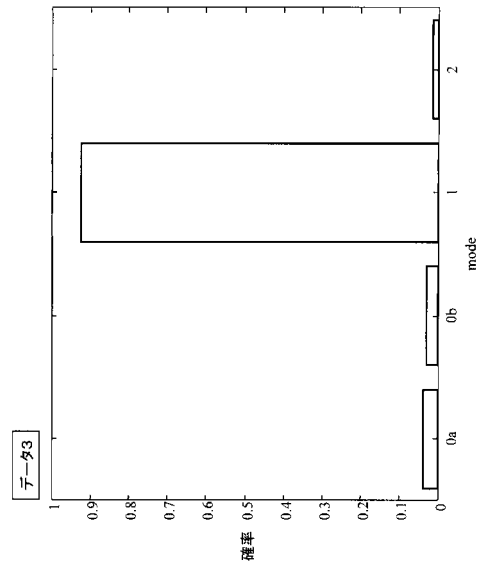


図34

【図35】

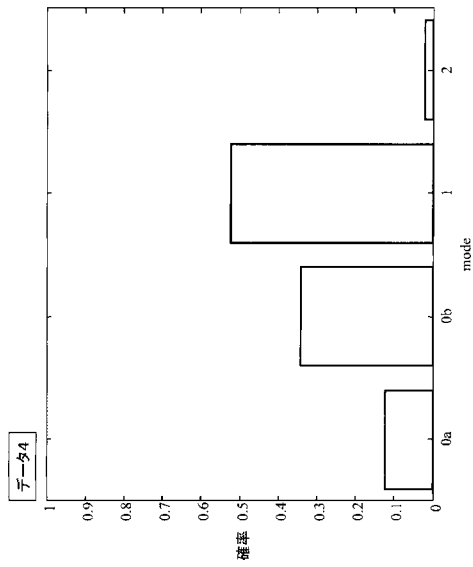


図35

【図36】

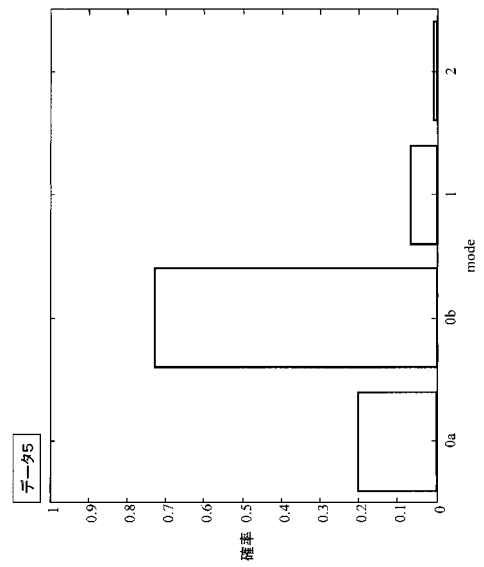


図36

フロントページの続き

- (72)発明者 佐々木 茂明
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 堤 公孝
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 日和 崎 祐介
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 北村 智彦

- (56)参考文献 特開平09-120300(JP,A)
特開2003-204550(JP,A)
特開2002-204170(JP,A)
特開2002-023797(JP,A)
国際公開第2008/047795(WO,A1)
国際公開第2009/047911(WO,A1)
特開平05-037397(JP,A)
特開平07-261800(JP,A)
特開平07-170523(JP,A)
特開2006-157881(JP,A)
特開平09-261065(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03M 3/00-11/00