

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3842432号
(P3842432)

(45) 発行日 平成18年11月8日(2006.11.8)

(24) 登録日 平成18年8月18日(2006.8.18)

(51) Int. Cl.		F I	
H03M 7/30	(2006.01)	H03M 7/30	B
G10L 19/00	(2006.01)	G10L 9/18	E

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願平10-109785	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成10年4月20日(1998.4.20)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開平11-308113		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成11年11月5日(1999.11.5)	(74) 代理人	100058479
審査請求日	平成17年2月15日(2005.2.15)		弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100084618
			弁理士 村松 貞男
		(74) 代理人	100068814
			弁理士 坪井 淳
		(74) 代理人	100092196
			弁理士 橋本 良郎
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ベクトル量子化方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

L S P パラメータを入力ベクトルとし、該入力ベクトルから予め定められた制約条件を示す制約ベクトルを差し引いて目標ベクトルを生成するステップと、

前記目標ベクトルとの誤差を最小化する第1の量子化ベクトルを構成する少なくとも一つの符号ベクトルを符号帳から選択し、該符号ベクトルを指し示すインデックスを出力するステップとを有し、

前記制約ベクトルは、前記第1の量子化ベクトルと該制約ベクトルとを合成することで生成される第2の量子化ベクトルを構成する量子化 L S P パラメータの隣り合う成分間の間隔が所定値以上となるように構成されることを特徴とするベクトル量子化方法。

10

【請求項2】

L S P パラメータよりなる入力ベクトルから予め定められた制約条件を示す制約ベクトルを差し引いて得られた目標ベクトルとの誤差を最小化する第1の量子化ベクトルを構成する少なくとも一つの符号ベクトルを指し示すインデックスを入力し、該符号ベクトルを符号帳から取り出すステップと、

前記符号ベクトルよりなる前記第1の量子化ベクトルに前記制約ベクトルを付加して第2の量子化ベクトルを生成するステップとを有し、

前記制約ベクトルは、前記第2の量子化ベクトルを構成する量子化 L S P パラメータの隣り合う成分間の間隔が所定値以上となるように構成されることを特徴とするベクトル量子化方法。

20

【請求項 3】

L S P パラメータを入力ベクトルとし、該入力ベクトルから予め定められた制約条件を示す制約ベクトルを差し引いて目標ベクトルを生成するステップと、

過去の量子化ベクトルから前記制約ベクトルを差し引いたベクトルを用いて予測ベクトルを生成するステップと、

前記予測ベクトルと合成されて前記目標ベクトルとの誤差を最小化する第 1 の量子化ベクトルを構成する少なくとも一つの符号ベクトルを符号帳から選択し、該符号ベクトルを指し示すインデックスを出力するステップとを有し、

前記制約ベクトルは、前記第 1 の量子化ベクトルと該制約ベクトルとを合成することで生成される第 2 の量子化ベクトルを構成する量子化 L S P パラメータの隣り合う成分間の間隔が所定値以上となるように構成されることを特徴とするベクトル量子化方法。

10

【請求項 4】

L S P パラメータよりなる入力ベクトルから予め定められた制約条件を示す制約ベクトルを差し引いて生成される目標ベクトルとの誤差を最小化する第 1 の量子化ベクトルを構成する少なくとも一つの符号ベクトルを指し示すインデックスを入力し、該符号ベクトルを符号帳から取り出すステップと、

過去の量子化ベクトルから前記制約ベクトルを差し引いたベクトルを用いて予測ベクトルを生成するステップと、

前記符号ベクトルと前記予測ベクトルとを合成して前記第 1 の量子化ベクトルを合成するステップと、

20

前記第 1 の量子化ベクトルと前記制約ベクトルとを合成して第 2 の量子化ベクトルを生成するステップとを有し、

前記制約ベクトルは、前記第 2 の量子化ベクトルを構成する量子化 L S P パラメータの隣り合う成分間の間隔が所定値以上となるように構成されることを特徴とするベクトル量子化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、音声符号化における線形予測係数の量子化などに使用されるベクトル量子化方法に係り、特に量子化ベクトルに制約が存在するベクトル量子化方法に関する。

30

【0002】

【従来の技術】

音声を線形予測分析し、スペクトル包絡を表す線形予測係数と残差信号に分解して扱う手法は、古くから用いられている。音声符号化の分野で近年盛んに研究されている C E L P (Code Excited Linear Prediction) 方式も線形予測分析に基づく手法であり、線形予測係数と残差信号をそれぞれベクトル量子化 (Vector Quantization: VQ) によって量子化する。C E L P 方式では、線形予測係数は L S P (Line Spectral Pair: 線スペクトル対) パラメータに変換されて量子化されることが多い。その理由の一つとして、合成フィルタの安定性の判別が容易である点が挙げられる。

【0003】

40

C E L P 方式では、復号側において L S P パラメータを基に合成フィルタを構成し、量子化された残差信号を合成フィルタに通すことで復号音声を生成する。このため、合成フィルタが安定でないと復号音声が発振してしまい、音質が著しく劣化する。

【0004】

p 次の線形予測分析によって得られた L S P パラメータ $w = \{w_1, w_2, \dots, w_p\}$ は、

$$0 < w_1 < w_2 < \dots < w_p < \pi \quad (1)$$

の関係を満たせば、合成フィルタが安定であることが知られている。従って、式 (1) に示される L S P パラメータの各成分の大きさの順序関係 (以下、L S P パラメータの順序関係という) を調べることで、容易に合成フィルタの安定性を調べることができる。

50

【0005】

また、L S Pパラメータの順序関係が反転しなくともパラメータの成分 w_1 , w_2 , ..., w_p 間の間隔が狭くなると、合成フィルタは急速に不安定な状態に近づく。従って、L S Pパラメータのうち、互いの間隔の狭い箇所を量子化する場合は注意が必要である。これはL S Pパラメータの間隔が狭い箇所ほど、僅かな量子化誤差でもより多くの影響を合成フィルタの安定性に与えるからである。

【0006】

そこで、従来ではL S Pパラメータの隣り合う成分間の間隔に対し所定値Dを定めておき、量子化したL S Pパラメータの隣り合う成分間の間隔が所定値Dより狭い場合は合成フィルタが不安定であるとみなして、適当な対策を施すことを行ってきた。例えば、特許第2659605号（文献1）で述べられているように、隣り合う成分間の間隔の狭い部分については間隔を広げる補正処理を行い、所定値Dを確保する方法が知られている。この方法は簡便であるが、補正処理によって生じた歪みが量子化において評価されていないという問題があった。

10

【0007】

一方、特開平6-120841号（文献2）には、この問題を解決する手法が開示されている。すなわち、文献2では符号帳から得られる量子化L S Pパラメータ毎に、安定性のチェックと必要に応じて補正処理を行い、補正処理後の量子化L S Pパラメータと入力L S Pパラメータとの間の距離計算を行う。このようにすることで、補正処理により生じた歪みを量子化歪みに含めて評価することができ、量子化効率が向上する。しかし、この方法では符号帳の探索ループ内で全ての量子化L S Pパラメータに対し安定性のチェックを行うため、計算量が増大するという問題があった。

20

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、量子化ベクトルにL S Pパラメータの順序関係あるいは隣り合う成分間の間隔のような制約条件がある場合は、量子化後、あるいは符号帳の探索ループ内で、量子化ベクトルがその制約条件を満たしているかどうかを確認することが合成フィルタの安定性確保の上で必要である。この確認はより少ない計算量で行うことが望ましい。特に、探索ループ内で確認を行う場合は、符号帳の候補数に比例して計算量が増大するため、僅かな計算量の差も全体としては大きな差となり、確認に必要となる計算量の削減は重要な問題となる。しかし、従来法では前述のように量子化ベクトルが制約条件を満たしているかどうかの確認を少ない計算量で行うことが難しいという問題があった。

30

【0009】

さらに、L S Pパラメータを対数変換などの非線形変換を行った後に量子化する場合は、変換領域で隣り合う成分間の間隔を計算するのが難しいという問題があった。

【0010】

本発明は、このような問題点を解決するためになされたもので、少ない計算量で制約条件を満たす量子化ベクトルを効率よく得ることができるベクトル量子化方法を提供することとする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、本発明は符号化側で予め入力ベクトルを適当な変換を施した後に量子化を行い、復号側では入力ベクトルに行った変換の逆変換を復号結果に施すことで、制約条件を満たす量子化ベクトルを得ることにより、従来よりも計算量を削減しようとするものである。

40

【0012】

すなわち、本発明のベクトル量子化方法では、符号化側において入力ベクトルに所定の変換関数で変換を施して目標ベクトルを生成し、この目標ベクトルを近似する第1の量子化ベクトルを構成する少なくとも一つの符号ベクトルを符号帳から選択して符号ベクトルを指し示すインデックスを出力する。ここで、変換関数は第1の量子化ベクトルに該変換の

50

逆変換を施すことで予め定められた制約条件を満たす第2の量子化ベクトルが生成されるように構成される。

【0013】

一方、復号側においては、入力ベクトルを所定の変換関数で変換して生成される目標ベクトルを近似する第1の量子化ベクトルを構成する少なくとも一つの符号ベクトルを指し示すインデックスを入力して、この符号ベクトルを符号帳から取り出し、この符号ベクトルより構成される第1の量子化ベクトルに変換関数の逆変換を施して第2の量子化ベクトルを生成する。ここで、変換関数は第2の量子化ベクトルが予め定められた制約条件を満たすように構成される。

【0014】

本発明のベクトル量子化方法は、特にLSPパラメータのベクトル量子化に好適である。LSPパラメータのベクトル量子化の場合、符号化側においてLSPパラメータを入力ベクトルとし、この入力ベクトルから予め定められた制約条件を示す制約ベクトルを差し引いて目標ベクトルを生成した後、この目標ベクトルとの誤差を最小化する第1の量子化ベクトルを構成する少なくとも一つの符号ベクトルを符号帳から選択して、この符号ベクトルを指し示すインデックスを出力する。ここで、制約ベクトルは、第1の量子化ベクトルと制約ベクトルとを合成することで生成される第2の量子化ベクトルを構成する量子化LSPパラメータの隣り合う成分間の間隔が所定値以上となるように構成される。

【0015】

復号側においては、LSPパラメータよりなる入力ベクトルから予め定められた制約条件を示す制約ベクトルを差し引いて得られた目標ベクトルとの誤差を最小化する第1の量子化ベクトルを構成する少なくとも一つの符号ベクトルを指し示すインデックスを入力し、この符号ベクトルを符号帳から取り出した後、この符号ベクトルよりなる第1の量子化ベクトルに制約ベクトルを付加して第2の量子化ベクトルを生成する。ここで、制約ベクトルは、第2の量子化ベクトルを構成する量子化LSPパラメータの隣り合う成分間の間隔が所定値以上となるように構成される。

【0016】

本発明のベクトル量子化方法は、LSPパラメータの予測符号化にも適用が可能である。その場合、符号化側においては、LSPパラメータを入力ベクトルとし、この入力ベクトルから予め定められた制約条件を示す制約ベクトルを差し引いて目標ベクトルを生成すると共に、過去の量子化ベクトルから制約ベクトルを差し引いたベクトルを用いて予測ベクトルを生成し、この予測ベクトルと合成されて目標ベクトルとの誤差を最小化する第1の量子化ベクトルを構成する少なくとも一つの符号ベクトルを符号帳から選択して、この符号ベクトルを指し示すインデックスを出力する。ここで、制約ベクトルは上記と同様、第1の量子化ベクトルと制約ベクトルとを合成することで生成される第2の量子化ベクトルを構成する量子化LSPパラメータの隣り合う成分間の間隔が所定値以上となるように構成される。

【0017】

復号側においては、LSPパラメータよりなる入力ベクトルから予め定められた制約条件を示す制約ベクトルを差し引いて生成される目標ベクトルとの誤差を最小化する第1の量子化ベクトルを構成する少なくとも一つの符号ベクトルを指し示すインデックスを入力し、この符号ベクトルを符号帳から取り出すと共に、過去の量子化ベクトルから制約ベクトルを差し引いたベクトルを用いて予測ベクトルを生成し、この符号ベクトルと予測ベクトルとを合成して第1の量子化ベクトルを生成し、さらに第1の量子化ベクトルと制約ベクトルとを合成して第2の量子化ベクトルを生成する。制約ベクトルは同様に、第2の量子化ベクトルを構成する量子化LSPパラメータの隣り合う成分間の間隔が所定値以上となるように構成される。

【0018】

本発明の他のベクトル量子化方法では、符号化側においてLSPパラメータを入力ベクトルとし、この入力ベクトルから予め定められた制約条件を示す制約ベクトルを差し引き、

10

20

30

40

50

さらに非線形変換を施して目標ベクトルを生成する。また、過去の量子化ベクトルから制約ベクトルを差し引き、さらに非線形変換を施したベクトルを用いて予測ベクトルを生成し、この予測ベクトルと合成されて目標ベクトルとの誤差を最小化する第1の量子化ベクトルを構成する少なくとも一つの符号ベクトルを符号帳から選択して、この符号ベクトルを指し示すインデックスを出力する。ここで、制約ベクトルは上記と同様、第1の量子化ベクトルと制約ベクトルとを合成することで生成される第2の量子化ベクトルを構成する量子化LSPパラメータの隣り合う成分間の間隔が所定値以上となるように構成される。

【0019】

復号側においては、LSPパラメータよりなる入力ベクトルから予め定められた制約条件を示す制約ベクトルを差し引き、さらに非線形変換を施して生成された目標ベクトルとの誤差を最小化する第1の量子化ベクトルを構成する少なくとも一つの符号ベクトルを指し示すインデックスを入力し、この符号ベクトルを符号帳から取り出すと共に、過去の量子化ベクトルから制約ベクトルを差し引き、さらに非線形変換を施したベクトルを用いて予測ベクトルを生成し、この符号ベクトルと予測ベクトルとを合成して第1の量子化ベクトルを生成し、さらに第1の量子化ベクトルと制約ベクトルとを合成して第2の量子化ベクトルを生成する。ここで、制約ベクトルは同様に、第2の量子化ベクトルを構成する量子化LSPパラメータの隣り合う成分間の間隔が所定値以上となるように構成される。

【0020】

このように本発明では、符号化時に入力ベクトルに対し量子化ベクトルに予め定められた制約条件を除去する変換を施した後に量子化を行い、復号時には量子化ベクトルの復号後に符号化時と逆の変換を施して制約条件を満たす量子化ベクトルを生成することにより、量子化ベクトルが制約条件を満たしているかどうかの確認を少ない計算量で行うことが可能となる。

【0021】

具体的には、LSPパラメータのベクトル量子化を考えた場合、合成フィルタの安定性確保のためにLSPパラメータの順序関係の条件に加えて、LSPパラメータの隣り合う成分間の間隔を所定値に保つという制約条件を量子化LSPベクトルに課する必要がある。ここで、特に後者の条件が満たされているかどうかを確認するために必要な計算量が問題となるが、本発明ではこの確認を隣り合う成分間の大小関係の比較のみで行うことができるため、大幅な計算量の削減が可能となる。

【0022】

また、LSPパラメータを対数変換などの非線形変換を行った後に量子化する場合は、変換を行う前に制約条件を差し引くことで、変換後の量子化段階で間隔の計算が不要となる。

【0023】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

（第1の実施形態）

まず、本発明の第1の実施形態に係るベクトル量子化方法を図1～図4を用いて説明する。

【0024】

図1に、本実施形態に係るベクトル量子化方法を適用したベクトル量子化システムにおける符号化器の構成を示す。この符号化器は、複数の符号ベクトルを格納した符号帳101と、入力端子103に入力された入力ベクトル x から、量子化ベクトルに課せられる予め定められた制約条件を除去して目標ベクトル $F(x)$ を生成する制約条件除去部104と、符号帳101から取り出された符号ベクトル $y[i]$ と目標ベクトル $F(x)$ との誤差を求める減算器106と、この誤差を評価して最適な符号ベクトル、すなわち目標ベクトル $F(x)$ を近似する量子化ベクトル（以下、近似量子化ベクトルという）を構成する符号ベクトル $y[i]$ を符号帳101から選択し、符号ベクトル $y[i]$ を指し示すインデックス i を出力する誤差評価部107から構成されている。

【0025】

さらに、符号化器において量子化ベクトルを必要とする場合には、符号ベクトル $y[i]$ に対し、制約条件除去部104で除去された制約条件を付加して量子化ベクトルを得る制約条件付加部108が設けられる。

【0026】

次に、図2に示すフローチャートを用いて、図1の符号化器による符号化の処理手順を説明する。

まず、制約条件除去部104により、入力ベクトル x を量子化ベクトルに課せられる制約条件を除去する変換関数 F で変換し、目標ベクトル $F(x)$ を生成する。(ステップS11)。

10

【0027】

次に、誤差計算部107により、目標ベクトル $F(x)$ と符号帳101に格納されている i 番目の符号ベクトル $y[i]$ との誤差を全ての i に関して計算する(ステップS12)。

【0028】

そして、ステップS12で計算された誤差を最小にする符号ベクトル $y[i]$ のインデックス i を誤差計算部107から出力する(ステップS13)。このインデックス i は、伝送路または記憶媒体を介して復号器に伝送される。

【0029】

図3に、本実施形態に係るベクトル量子化方法を適用したベクトル量子化システムにおける復号器の構成を示す。この復号器は、複数の符号ベクトルを格納した符号帳201と、この符号帳201から入力端子200より入力されたインデックス i に対応して取り出された符号ベクトル $y[i]$ に対し、図1中の制約条件除去部104で除去された制約条件を付加して量子化ベクトルを生成する制約条件付加部208から構成される。符号帳201は、図1に示した符号化器中の符号帳101と同一構成となっている。

20

【0030】

次に、図4に示すフローチャートを用いて、図3の復号器による復号の処理手順を説明する。

まず、図1の符号化器から伝送されたインデックス i を入力し、このインデックス i に対応する符号ベクトル $y[i]$ を符号帳201から取り出す(ステップS21)。

30

【0031】

次に、符号ベクトル $y[i]$ に対して、制約条件を除去する変換関数 F の逆関数である制約条件を付加する関数 F^{-1} を施し、制約条件を満たす量子化ベクトル $x' = F^{-1}(y[i])$ を復号ベクトルとして得る。

【0032】

なお、本実施形態では符号帳が一つのみであるが、複数の符号帳を用いる場合には、各符号帳から取り出された符号ベクトルを足し合わせて近似量子化ベクトルを生成し、これと目標ベクトルとの誤差を求めるようにすればよい。

【0033】

このような構成により、本実施形態のベクトル量子化方法によれば、少ない計算量で制約条件を満たす量子化ベクトルを得ることができる。この効果については、以下に説明する第2の実施形態で具体的に述べることにする。

40

【0034】

(第2の実施形態)

次に、本発明の第2の実施形態に係るベクトル量子化方法を図5および図6により説明する。

図5は、本実施形態に係るベクトル量子化方法を適用したベクトル量子化システムにおける符号化器の構成を示す図である。この符号化器は、それぞれ複数の符号ベクトルを格納した第1、第2の符号帳301、302と、入力端子303より入力された入力ベクトルから制約条件を除去して目標ベクトルを生成する制約条件除去部304と、第1、第2の

50

符号帳 301, 302 から取り出された符号ベクトルを足し合わせて、目標ベクトルを近似する量子化ベクトル（近似量子化ベクトル）を得る加算器 305 と、近似量子化ベクトルと目標ベクトルとの誤差を求める減算器 306 と、この誤差を評価して最適な符号ベクトルの組合せを選択し、その符号ベクトルの組み合わせを指し示すインデックスを出力する誤差評価部 307 と、近似量子化ベクトルに制約条件を付加して量子化ベクトルを出力する制約条件付加部 308 から構成される。なお、符号化器で量子化ベクトルを用いる必要がない場合には、制約条件付加部 308 は不要である。

【0035】

入力端子 303 には、入力ベクトルとして L S P パラメータが入力される。この L S P パラメータは制約条件除去部 304 に入力され、ここで量子化 L S P パラメータに課せられている制約条件、具体的には量子化 L S P パラメータの隣り合う成分間の間隔が所定値 D 以上であるという条件が除去される。

10

【0036】

こうして制約条件が除去された L S P パラメータを目標ベクトルとして、量子化が行われる。本実施形態の例では、2 段のベクトル量子化が行われる。2 段のベクトル量子化では、第 1、第 2 の符号帳 301, 302 からそれぞれ得られた符号ベクトルを加算器 305 で足し合わせた近似量子化ベクトルが生成される。そして、減算器 306 により目標ベクトルと近似量子化ベクトルとの誤差が計算される。誤差評価部 307 では、この誤差が最小になる組み合わせの符号ベクトルを第 1、第 2 の符号帳 301, 302 からそれぞれ探索し、これらの符号ベクトルを指し示すインデックスを出力する。これらのインデックスは、図示しない伝送路または蓄積媒体を介して復号器へ伝送される。

20

【0037】

図 6 は、本実施形態に係るベクトル量子化方法を適用したベクトル量子化システムにおける復号器の構成を示す図である。この復号器は、複数の符号ベクトルをそれぞれ格納した第 1、第 2 の符号帳 401, 402 と、これらの符号帳 401, 402 から入力端子 400 より入力されたインデックスに対応して取り出された組み合わせの符号ベクトルを足し合わせて近似量子化ベクトルを得る加算器 405 と、この近似量子化ベクトルに対し、制約条件を付加して量子化ベクトルを生成する制約条件付加部 408 から構成される。

【0038】

入力端子 400 には、図 5 の符号化器から伝送されてきたインデックスが入力される。符号帳 401, 402 からは、これらのインデックスにそれぞれ対応する符号ベクトルが取り出され、加算器 405 で足し合わされることにより、近似量子化ベクトルが生成される。この近似量子化ベクトルは制約条件付加部 408 に入力され、図 5 中の制約条件除去部 304 で除去された制約条件が付加されることにより、量子化ベクトルが生成される。具体的には、制約条件付加部 408 では近似量子化ベクトルに対して、隣り合う成分間の間隔を D ずつ広げる処理が行われる。

30

【0039】

このようにすることで、入力ベクトルである L S P パラメータの隣り合う成分間の間隔を予め D ずつ縮め、量子化後に D ずつ広げることにより、量子化 L S P パラメータの隣り合う成分間の間隔が D よりも大きいという制約条件を量子化時には考慮する必要がなくなる効果がある。特に、条件の確認を符号帳 401, 402 の探索ループ内で行う場合は、計算量を大きく削減できる。

40

【0040】

次に、本実施形態のより具体的な例として、入力ベクトルが p 次の線形予測分析で得られた L S P パラメータ $w = \{w_1, w_2, \dots, w_p\}$ であり、この L S P パラメータ $w = \{w_1, w_2, \dots, w_p\}$ を 2 段のベクトル量子化により量子化する場合について詳しく説明する。

量子化ベクトルである量子化 L S P パラメータ w' は、1 段目の符号ベクトル $w' a(i)$ と、2 段目の符号ベクトル $w' b(j)$ を用いて、
 $w' = w' a(i) + w' b(j)$

50

$$; w' = \{w'_1, w'_2, \dots, w'_p\} \quad (2)$$

と表される。先に述べたように、L S Pパラメータ w には式(1)の順序関係の条件に加えて、

$$w_{i+1} - w_i > D \quad (3)$$

で示されるようにL S Pパラメータの隣り合う成分間の間隔が所定の間隔 D 以上であることが必要である。

【0041】

従来のベクトル量子化方法による符号帳探索では、入力されるL S Pパラメータ w との誤差が最小となる符号ベクトル $w' a(i)$, $w' b(j)$ の組み合わせを符号帳から選択し、 i , j をインデックスとして出力する。量子化L S Pパラメータは、 $w' = w' a(i) + w' b(j)$ として得られる。このとき注意すべきことは、符号ベクトル $w' a(i)$, $w' b(j)$ の組合せによっては式(3)の条件が満たされなくなる場合がある点である。

10

【0042】

1段のベクトル量子化では、このようなことは起こらない。式(3)を満たすように、予め符号帳を設計しておけば良いからである。しかし、2段以上のベクトル量子化になると2つのベクトルを合わせた結果が式(3)を満たすように符号帳を設計するのは困難である。そこで、従来では量子化のループ内で、あるいは、量子化終了後に量子化結果が式(3)を満たすかどうかを確認する必要があった。この確認に必要な演算量は、式(3)より量子化L S Pパラメータの一对の隣り合う成分につき減算が1回と比較が1回必要である。

20

【0043】

これに対し、本実施形態では入力ベクトル x に

$$F(x) = x - d$$

$$x = \{x_1, x_2, \dots, x_p\}$$

$$d = \{0, D, 2D, \dots, (p-1)D\} \quad (4)$$

なる変換関数を用いて変換を施し、また近似量子化ベクトルに

$$F^{-1}(x) = x + d \quad (5)$$

なる関数 $F^{-1}(x)$ を用いて逆変換を施す。ここで、 $F(x)$ は入力ベクトル x の隣り合う成分間の間隔を D だけ縮める関数であり、図1中の制約条件除去部104(図2中の制約条件除去ステップS11)で用いられる。また、 $F^{-1}(x)$ は近似量子化ベクトルの隣り合う成分間の間隔を D だけ広げる関数であり、図3中の制約条件付加部208(図4中の制約条件付加ステップS22)で用いられる。また、 d は制約条件をベクトルで表した制約ベクトルである。

30

【0044】

入力ベクトルであるL S Pパラメータ w の隣り合う成分間の間隔を関数 $F(x)$ を用いて予め D ずつ縮め、量子化後に近似量子化ベクトルを関数 $F^{-1}(x)$ を用いて D ずつ広げることで、量子化ベクトルである量子化L S Pパラメータの隣り合う成分間の間隔が D よりも大きいという制約条件を量子化の処理から取り除く点が本実施形態のポイントである。

【0045】

符号化に際しては、入力端子303への入力ベクトルであるL S Pパラメータ w に制約条件除去部304により変換 F を施し、これにより生成された目標ベクトル $F(w)$ と加算器305からの近似量子化ベクトルとの誤差が最小となる組合せの符号ベクトル $y' a(i)$, $y' b(j)$ を誤差評価部307により符号帳301, 302から選択し、 i , j をインデックスとして出力する。

40

【0046】

一方、復号に際しては、入力端子400に入力されたインデックス i , j に対応する符号ベクトル $y' a(i)$, $y' b(j)$ を符号帳401, 402から取り出し、これを加算器405で

$$y' = y' a(i) + y' b(j)$$

50

$$y' = \{y'_1, y'_2, \dots, y'_p\} \quad (6)$$

のように加算して近似量子化ベクトル y' を求め、この近似量子化ベクトル y' に制約条件付加部 408 で

$$w' = F^{-1}(y') = y' + d \quad (7)$$

なる逆変換 F^{-1} を施して、量子化ベクトルである量子化 L S P パラメータ w' を得る。

【0047】

このように本実施形態では、入力ベクトル w から予め制約ベクトル d を引き去ったベクトル $F(w)$ を目標ベクトルとし、これを量子化している点が従来の方法と大きく異なる。このようにすることで、量子化ベクトルが制約条件を満たしているかどうかの確認を少ない計算量で行うことができる。

10

【0048】

すなわち、従来法では式 (3) の条件が満たされているかどうかを確認する必要があるが、式 (3) の条件が満たされることは、本実施形態では

$$y'_{i+1} > y'_i \quad (8)$$

が満たされることと等しい。式 (8) を満たしているかどうかを調べるのには 1 回の比較を行えばよく、式 (3) の条件を確認するよりも 1 回の減算分だけ計算量が少ないことになる。

【0049】

このように本実施形態では、量子化 L S P パラメータの隣り合う成分間の間隔の確認に必要な演算は一对の隣り合う成分につき減算 1 回だけ削減されるわけであるが、符号帳探索のループ内で行う場合は計算量削減の効果が大きい。L S P パラメータは通常、20～30 ビット程度で量子化される。20 ビット (1 段目 10 ビット、2 段目 10 ビット) のベクトル量子化を行う場合、1 段目を探索した後、2 段目の探索を行うが、2 段目の探索時に従来法では式 (3)、本発明では式 (8) の条件を確認する必要がある。条件が満たされていない候補に対しては、候補 (前述の近似量子化ベクトル) から除外したり、条件が満たされるように補正を行ってから探索を継続する、などの対策が行われる。

20

【0050】

例として、10 次元の L S P パラメータの場合、一つの L S P パラメータにつき隣り合う成分の対は 9 個であり、10 ビットの符号帳 (1024 候補) では $9 \times 1024 = 9216$ 回の確認を行う必要がある。本実施形態では、上述のようにこの確認を従来法より L S P パラメータの隣り合う成分の 1 対につき、1 回ずつ少ない計算量で行うことができるため、全体では約 1000 回の計算量削減となり、その効果は大きい。

30

【0051】

計算量を削減するため、符号帳探索ループの中で確認を行わずに、符号帳探索が終了した後に行うことも可能である。その場合、条件が満たされていないときは、過去の量子化値を用いたり、補正して使用するなどの対策が必要である。変換関数 F で用いる d の値は、式 (4) の値に限るものではなく、例えば音質への影響や符号化方法により、次元毎に異なる値を設定することも可能である。

【0052】

(第 3 の実施形態)

40

次に、本発明の第 3 の実施形態に係るベクトル量子化方法を図 7 および図 8 により説明する。

図 7 は、本実施形態に係るベクトル量子化方法を適用したベクトル量子化システムにおける符号化器の構成を示す図である。図 7 において図 5 と同一部分に同一符号を付して第 2 の実施形態との相違点を中心に説明すると、本実施形態の符号化器では図 5 における第 1、第 2 の符号帳 301、302 が除去され、代わりに符号帳 311、遅延部 312 および予測部 313 が設けられている。

【0053】

本実施形態は、L S P パラメータ予測符号化を行う例を示している。予測符号化は、過去の量子化 L S P パラメータを基に現在の L S P パラメータを予測し、実際の L S P パラメ

50

ータとの差を量子化して伝送する方法であり、図7では次のようにして予測符号化を行っている。

【0054】

加算器305の出力は遅延部312を介して予測部313に入力され、ここで現在のLSPパラメータの予測値が生成される。複数の符号ベクトルを格納した符号帳311から一つずつ取り出された符号ベクトルは加算器305で予測値と加算されて近似量子化ベクトルが生成され、減算器306により制約条件除去部304の出力である目標ベクトルと近似量子化ベクトルとの誤差が計算される。誤差評価部307では、この誤差が最小になる符号ベクトルを符号帳311から探索し、この符号ベクトルを指し示すインデックスを出力する。これらのインデックスは、図示しない伝送路または蓄積媒体を介して復号器へ伝送される。

10

【0055】

図8は、本実施形態に係るベクトル量子化方法を適用したベクトル量子化システムにおける復号器の構成を示す図である。図8において図6と同一部分に同一符号を付して第2の実施形態との相違点を中心に説明すると、本実施形態の復号器は図6における第1、第2の符号帳401、402が除去され、代わりに符号帳411、遅延部412および予測部413が設けられている。

【0056】

入力端子400には、図7の符号化器から伝送されてきたインデックスが入力される。複数の符号ベクトルを格納した符号帳411からは、このインデックスに対応する符号ベクトルが取り出され、加算器405で遅延部412の出力に基づいて予測部413で求められた予測値と足し合わされることにより、近似量子化ベクトルが生成される。この近似量子化ベクトルは制約条件付加部408に入力され、図7中の制約条件除去部304で除去された制約条件が付加されることにより、量子化ベクトルが生成される。

20

【0057】

このように本実施形態はLSPパラメータの予測符号化を行った場合にも有効であり、第2の実施形態と同様に制約条件を量子時に考慮する必要のないベクトル量子化が可能となる。

【0058】

本実施形態において、遅延部312、412に蓄えられるベクトルの数、つまりの予測次数は何次でもよい。一般に予測の次数を上げるほど、量子化の精度が上がる。本実施形態は、予測次数にかかわらず適応可能である。また、予測方法としては本実施形態で示したAR型（自己回帰型）の他にMA型（移動平均型）、その他の形式も可能である。

30

【0059】

さらに、本実施形態では図7の符号化器において、加算器303の出力を遅延部312で保持して予測部313への入力としているが、制約条件付加部308の出力を遅延部で保持しておき、制約条件を取り除いて予測部の入力としても等価な処理を行うことができる。符号化器では処理の都合上、過去の量子化ベクトル、つまり制約条件付加部308の出力を遅延部で保持する場合があるので、この方法によると加算器305の出力を遅延部312（メモリ）で保持する場合と異なり、メモリを特別に追加する必要がなくなる。

40

【0060】

（第4の実施形態）

次に、本発明の第4の実施形態に係るベクトル量子化方法を図9および図10により説明する。

図9は、本実施形態に係るベクトル量子化方法を適用したベクトル量子化システムにおける符号化器の構成を示す図である。図9において図7と同一部分に同一符号を付して第3の実施形態との相違点を中心に説明すると、本実施形態の符号化器は図7の符号化器に変換部321と逆変換部322が追加された構成となっており、その他の構成は図7と同じである。制約条件付加部308は、前述したように符号化器で量子化ベクトルを用いる必要が無い場合は不要であり、その場合は逆変換部322も不要である。

50

【0061】

入力端子303に入力された入力ベクトルであるLSPパラメータは、制約条件除去部304で制約条件が除去されることにより、隣り合う成分間の間隔がDだけ狭められたベクトルとされた後、さらに変換部321で非線形変換されて目標ベクトルとなる。変換部321での非線形変換としては対数変換が挙げられるが、これに限るものではない。符号帳311および予測部313からは、それぞれ変換領域での符号ベクトルおよび予測値が出力され、加算器305で足し合わされることにより、変換領域での近似量子化ベクトルが生成される。

【0062】

そして、減算器306で変換部321の出力である目標ベクトルと近似量子化ベクトルとの誤差が計算され、誤差評価部307でこの誤差が最小になる符号ベクトルを符号帳311から探索し、この符号ベクトルを指し示すインデックスを出力する。これらのインデックスは、図示しない伝送路または蓄積媒体を介して復号器へ伝送される。

10

【0063】

図10は、本実施形態に係るベクトル量子化方法を適用したベクトル量子化システムにおける復号器の構成を示す図である。図10において図8と同一部分に同一符号を付して第3の実施形態との相違点を中心に説明すると、本実施形態の符号化器は図8の符号化器における制約条件付加部408の前に逆変換部422が追加された構成となっており、その他の構成は図8と同じである。この逆変換部422は図9における逆変換部322と同じものであり、図9における変換部321の逆変換、例えば逆対数変換を行う。

20

【0064】

本実施形態に示されるように、本発明は変換領域においても有効である。この有効性について述べる。

LSPパラメータの隣り合う成分間の間隔がD以上という条件を対数変換のような非線形変換領域で成立させることは困難である。図11を用いてその理由を説明する。図11は横軸がLSPパラメータ、縦軸が変換領域でのLSPパラメータを表す。LSPパラメータの隣り合う成分間の間隔は、 w_i 、 w_{i+1} 間、 w_i' 、 w_{i+1}' 間のいずれもDである。しかし、変換領域でのLSPパラメータの隣り合う成分間の間隔は同じではない。変換領域でLSPパラメータの量子化を行い、かつLSPパラメータの隣り合う成分間の間隔をD以上に保つためには、一度逆変換して間隔を評価する必要がある。これは多くの計算量を必要とし、現実的でない。

30

【0065】

これに対し、本実施形態では制約条件除去部304により入力ベクトルであるLSPパラメータの隣り合う成分間の間隔を図12に示すように予めDだけ縮めておくため、変換領域では順序が入れ替わるか否かを確認することで、LSPパラメータの隣り合う成分間の間隔をD以上に保つことができるかどうかを確認することができる。

【0066】

LSPパラメータの隣り合う成分間の間隔を確認するのに、従来法では式(3)の計算に加えて逆変換を行う計算が余分に必要である。一般に、逆変換は多くの計算量を必要とするため、計算量がさらに増えることになり、好ましくない。一方、本実施形態では変換領域で式(8)の条件の確認を行うだけで良い。

40

【0067】

このように実施形態では、入力ベクトルであるLSPパラメータの隣り合う成分間の間隔を制約条件除去部304で予めDだけ縮めておくことにより、その後に変換部321で対数変換などの非線形変換を行ってから量子化を行う場合も、式(8)に示した条件の順序の確認だけでLSPパラメータの隣り合う成分間の間隔を確保できるという利点がある。

【0068】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば符号化時に入力ベクトルに対し量子化ベクトルに予め定められた制約条件を除去する変換を施した後に量子化を行い、復号時には量子化ベク

50

トルの復号後に符号化時と逆の変換を施して制約条件を満たす量子化ベクトルを生成することにより、量子化ベクトルが制約条件を満たしているかどうかの確認を少ない計算量で行うことが可能となり、制約条件のあるベクトル量子化を効率良く行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係るベクトル量子化方法を適用したベクトル量子化システムにおける符号化器の構成を示す図

【図 2】同実施形態における符号化の処理手順を示すフローチャート

【図 3】本発明の第 1 の実施形態に係るベクトル量子化方法を適用したベクトル量子化システムにおける復号器の構成を示す図

【図 4】同実施形態における復号の処理手順を示すフローチャート

10

【図 5】本発明の第 2 の実施形態に係るベクトル量子化方法を適用したベクトル量子化システムにおける符号化器の構成を示す図

【図 6】本発明の第 2 の実施形態に係るベクトル量子化方法を適用したベクトル量子化システムにおける復号器の構成を示す図

【図 7】本発明の第 3 の実施形態に係るベクトル量子化方法を適用したベクトル量子化システムにおける符号化器の構成を示す図

【図 8】本発明の第 3 の実施形態に係るベクトル量子化方法を適用したベクトル量子化システムにおける復号器の構成を示す図

【図 9】本発明の第 4 の実施形態に係るベクトル量子化方法を適用したベクトル量子化システムにおける符号化器の構成を示す図

20

【図 10】本発明の第 4 の実施形態に係るベクトル量子化方法を適用したベクトル量子化システムにおける復号器の構成を示す図

【図 11】同実施形態における L S P パラメータの非線形変換について説明する図

【図 12】同実施形態における L S P パラメータの非線形変換と制約条件の除去を組み合わせたことによる効果を説明する図

【符号の説明】

1 0 1 …符号化帳

1 0 3 …入力端子

1 0 4 …制約条件付加部

1 0 6 …減算器

30

1 0 7 …誤差評価部

2 0 1 …符号帳

2 0 8 …制約条件付加部

3 0 1 …第 1 の符号帳

3 0 2 …第 2 の符号帳

3 0 3 …入力端子

3 0 4 …制約条件除去部

3 0 5 …加算器

3 0 6 …減算器

3 0 7 …誤差評価部

40

3 0 8 …制約条件付加部

3 1 1 …符号帳

3 1 2 …遅延部

3 1 3 …予測部

3 2 1 …変換部

3 2 2 …逆変換部

4 0 0 …入力端子

4 0 1 …第 1 の符号帳

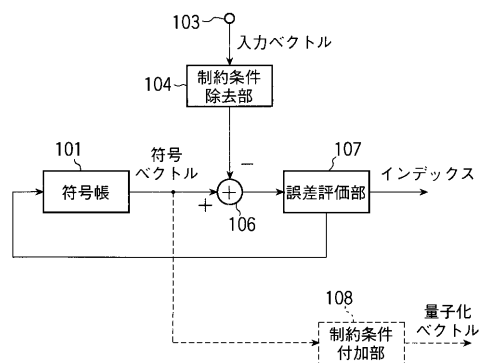
4 0 2 …第 2 の符号帳

4 0 5 …加算器

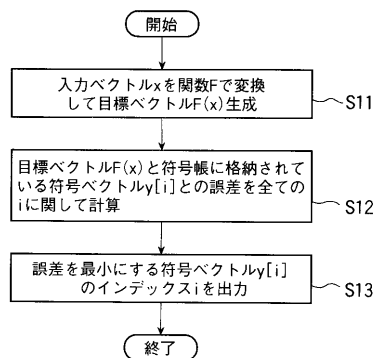
50

4 0 8 … 制約条件付加部
 4 1 1 … 符号帳
 4 1 2 … 遅延部
 4 1 3 … 予測部
 4 2 2 … 逆変換部

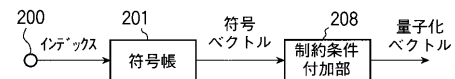
【図 1】



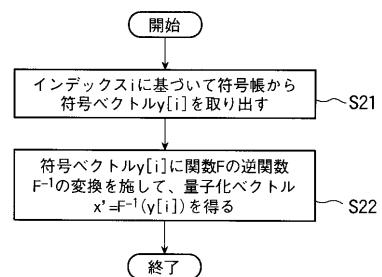
【図 2】



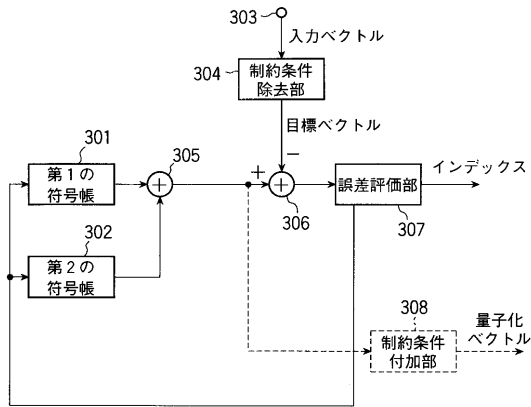
【図 3】



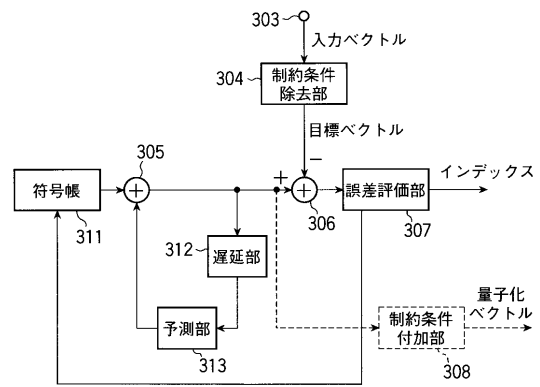
【図 4】



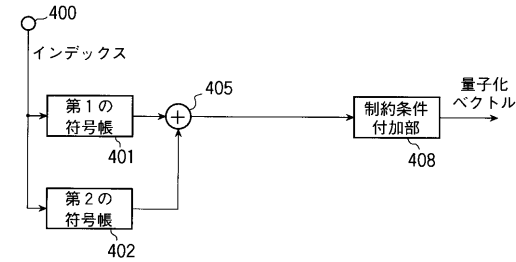
【図 5】



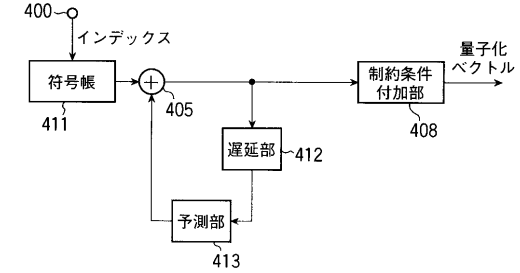
【図 7】



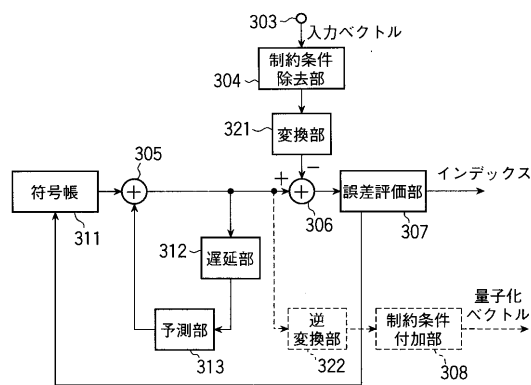
【図 6】



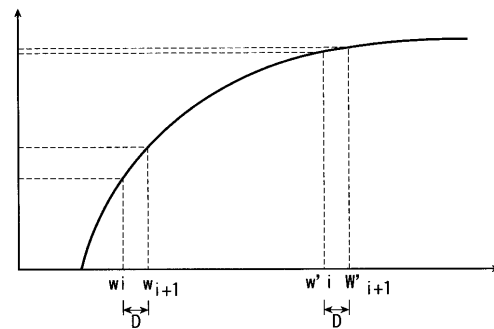
【図 8】



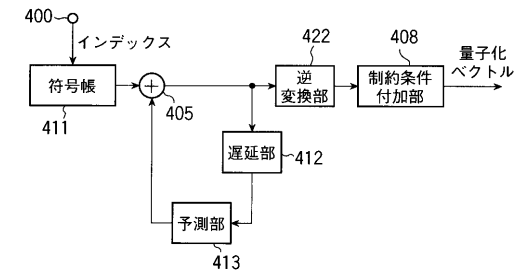
【図 9】



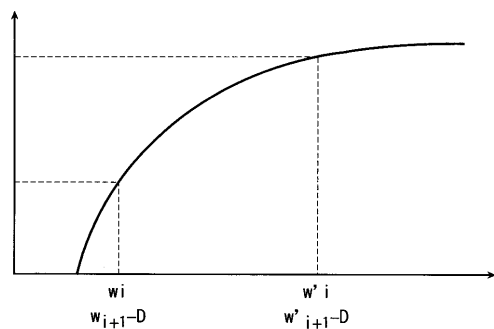
【図 1 1】



【図 1 0】



【図 1 2】



フロントページの続き

(74)代理人 100070437

弁理士 河井 将次

(72)発明者 天田 皇

兵庫県神戸市東灘区本山南町8丁目6番26号 株式会社東芝関西研究所内

(72)発明者 土谷 勝美

兵庫県神戸市東灘区本山南町8丁目6番26号 株式会社東芝関西研究所内

審査官 北村 智彦

(56)参考文献 特開平08-063199 (JP, A)

特開平06-120841 (JP, A)

特開平07-306699 (JP, A)

特開平01-205638 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03M3/00-11/00

G10L19/02