

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5562332号  
(P5562332)

(45) 発行日 平成26年7月30日(2014.7.30)

(24) 登録日 平成26年6月20日(2014.6.20)

(51) Int.Cl.		F I	
G 1 O L 19/00	(2013.01)	G 1 O L 19/00	2 2 O F
G 1 O L 19/06	(2013.01)	G 1 O L 19/06	Z
G 1 O L 25/12	(2013.01)	G 1 O L 25/12	

請求項の数 21 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2011-518456 (P2011-518456)	(73) 特許権者	000004226
(86) (22) 出願日	平成22年6月1日(2010.6.1)		日本電信電話株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/059272		東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(87) 国際公開番号	W02010/140591	(74) 代理人	100121706
(87) 国際公開日	平成22年12月9日(2010.12.9)		弁理士 中尾 直樹
審査請求日	平成23年9月29日(2011.9.29)	(74) 代理人	100128705
(31) 優先権主張番号	特願2009-134371 (P2009-134371)		弁理士 中村 幸雄
(32) 優先日	平成21年6月3日(2009.6.3)	(74) 代理人	100147773
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 義村 宗洋
		(72) 発明者	鎌本 優
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
			本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	原田 登
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
			本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 予測次数決定方法、予測次数決定装置、プログラム及び記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力信号から算出されたPARCOR係数を用いて線形予測の予測次数を決定する予測次数決定方法であって、

各予測次数のPARCOR係数の量子化値を表現するために予め割り当てられるビット数が、上限予測次数の大きさに依存して異なる場合に、

予め設定された範囲の各予測次数を上限予測次数とし、上限予測次数ごとに、当該上限予測次数に応じて予め定められたビット数で当該上限予測次数までの各上記PARCOR係数を量子化して、当該上限予測次数における各上記PARCOR係数に対応する量子化済PARCOR係数を得る量子化ステップと、

上記上限予測次数ごとに、当該上限予測次数における各上記量子化済PARCOR係数の符号量と、当該上限予測次数における各上記量子化済PARCOR係数を用いて表される、上記入力信号の線形予測残差のエントロピーによって推定される当該線形予測残差の符号量と、当該上限予測次数を表す情報の符号量との合計符号量のうち少なくとも上限予測次数に依存する符号量を求める符号量推定ステップと、

上記範囲の各上限予測次数における上記合計符号量のうち少なくとも上限予測次数に依存する符号量が最小となる上限予測次数を、線形予測の予測次数として決定する予測次数決定ステップと

を有する予測次数決定方法。

【請求項2】

入力信号から算出されたPARCOR係数を用いて線形予測の予測次数を決定する予測次数決定方法であって、

各予測次数のPARCOR係数の量子化値を表現するために予め割り当てられるビット数が、候補次数の大きさに依存して異なる場合に、

予め設定された範囲の各予測次数を候補次数とし、候補次数ごとに、当該候補次数に応じて予め定められたビット数で当該候補次数までの各上記PARCOR係数を量子化して、当該候補次数における各上記PARCOR係数に対応する量子化済PARCOR係数を得る量子化ステップと、

上記範囲の上記候補次数ごとに、少なくとも、当該候補次数における各上記量子化済PARCOR係数の符号量と、当該候補次数までの各上記PARCOR係数を用いて表される、上記入力信号の線形予測残差のエントロピーによって推定される当該線形予測残差の符号量（以下、推定残差符号量という。）との合計符号量を求める符号量推定ステップと、

上記範囲の各上記候補次数のうち、上記合計符号量が最小となる候補次数を、線形予測の予測次数として決定する予測次数決定ステップとを有する予測次数決定方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の予測次数決定方法であって、

上記推定残差符号量は、上記候補次数まで、予測次数ごとに得られる 1 から上記PARCOR係数の二乗を減じた値の対数を合計した値で表されることを特徴とする予測次数決定方法。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の予測次数決定方法であって、

上記対数がテイラー級数で近似されていることを特徴とする予測次数決定方法。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の予測次数決定方法であって、

上記対数をテイラー級数で近似した値に重み係数が乗じられていることを特徴とする予測次数決定方法。

【請求項 6】

入力信号から算出されたPARCOR係数を用いて線形予測の予測次数を決定する予測次数決定方法であって、

各予測次数のPARCOR係数の量子化値を表現するために予め割り当てられるビット数が、上限予測次数の大きさに依存して異なる場合に、

予め設定された範囲の各予測次数を上限予測次数とし、上限予測次数ごとに、当該上限予測次数に応じて予め定められたビット数で当該上限予測次数までの各上記PARCOR係数を量子化して得られる量子化済PARCOR係数のインデックスを求める量子化ステップと、

上記上限予測次数ごとに、上記入力信号の線形予測残差のエントロピーの算出式に含まれる当該上限予測次数における量子化済PARCOR係数を用いた演算の事前計算結果とインデックスとが対応付けられた参照テーブルから、上記インデックスに対応する事前計算結果を表引きし、当該事前計算結果を用いた上記エントロピーによって推定される上記線形予測残差の符号量と、当該上限予測次数における量子化済PARCOR係数の符号量と、当該上限予測次数を表す情報の符号量との合計符号量のうち少なくとも上限予測次数に依存する符号量を求める符号量推定ステップと、

上記範囲の各上限予測次数における上記合計符号量のうち少なくとも上限予測次数に依存する符号量が最小となる上限予測次数を、線形予測の予測次数として決定する予測次数決定ステップとを有する予測次数決定方法。

【請求項 7】

入力信号から算出されたPARCOR係数を用いて線形予測の予測次数を決定する予測次数決定方法であって、

10

20

30

40

50

各予測次数のPARCOR係数の量子化値を表現するために予め割り当てられるビット数が、上限予測次数の大きさに依存して異なる場合に、

予め設定された範囲の各予測次数を上限予測次数とし、上限予測次数ごとに、当該上限予測次数に応じて予め定められたビット数で当該上限予測次数までの各上記PARCOR係数を量子化して、当該上限予測次数における各上記PARCOR係数に対応する量子化済PARCOR係数を得る量子化ステップと、

(1) 上記範囲のうち一部の各上限予測次数について、上限予測次数ごとに、当該上限予測次数における各上記量子化済PARCOR係数の符号量と、当該上限予測次数における各上記量子化済PARCOR係数を用いて表される、上記入力信号の線形予測残差のエントロピーによって推定される当該線形予測残差の符号量と、当該上限予測次数を表す情報の符号量との合計符号量のうち少なくとも当該上限予測次数に依存する符号量と、(2) 上記範囲のうち上記一部以外の各上限予測次数について、上限予測次数ごとに、当該上限予測次数における各上記量子化済PARCOR係数の符号量と、上記PARCOR係数を用いて表される、上記入力信号の線形予測残差のエントロピーによって推定される当該線形予測残差の符号量と、当該上限予測次数を表す情報の符号量との合計符号量のうち少なくとも当該上限予測次数に依存する符号量とを求める符号量推定ステップと、

上記範囲の各上限予測次数における上記合計符号量のうち少なくとも上限予測次数に依存する符号量が最小となる上限予測次数を、線形予測の予測次数として決定する予測次数決定ステップと  
を有する予測次数決定方法。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の予測次数決定方法であって、

予め設定された範囲のうち上記一部に含まれる予測次数は、予め定められた閾値以下の予測次数または当該閾値よりも小さい予測次数であることを特徴とする予測次数決定方法。

【請求項 9】

請求項 7 に記載の予測次数決定方法であって、

予め設定された範囲のうち上記一部に含まれる予測次数は、予め定められた閾値以上の予測次数または当該閾値よりも大きい予測次数であることを特徴とする予測次数決定方法。

【請求項 10】

請求項 7 に記載の予測次数決定方法であって、

予め設定された範囲のうち上記一部に含まれる予測次数は偶数の予測次数であり、  
予め設定された範囲のうち上記一部以外に含まれる予測次数は奇数の予測次数である、  
あるいは、

予め設定された範囲のうち上記一部に含まれる予測次数は奇数の予測次数であり、  
予め設定された範囲のうち上記一部以外に含まれる予測次数は偶数の予測次数である、  
ことを特徴とする予測次数決定方法。

【請求項 11】

入力信号から算出されたPARCOR係数を用いて線形予測の予測次数を決定する予測次数決定方法であって、

各予測次数のPARCOR係数の量子化値を表現するために予め割り当てられるビット数が、上限予測次数の大きさに依存して異なる場合に、

予め設定された範囲の各予測次数を上限予測次数  $P_{tmp}$  として、

上限予測次数  $P_{tmp}$  ごとに、入力された上記PARCOR係数  $K(1), K(2), \dots, K(P_{tmp})$  について、[1]  $P_{tmp}$  が予め定められた値  $P_T$  以下あるいは  $P_T$  より小さい場合に、当該上限予測次数  $P_{tmp}$  に応じて予め定められたビット数で各上記PARCOR係数  $K(1), K(2), \dots, K(P_{tmp})$  を量子化して量子化済PARCOR係数  $K'(1), K'(2), \dots, K'(P_{tmp})$  を求め、[2]  $P_{tmp}$  が予め定められた値  $P_T$  より大きいあるいは  $P_T$  以上である場合に、各上記PARCOR係数  $K(1), K(2), \dots, K(P_T)$  を予測次

10

20

30

40

50

数  $P_T$  に応じて予め定められたビット数で量子化して量子化済PARCOR係数  $K'(1)$ ,  $K'(2)$ , ...,  $K'(P_T)$  を求める量子化ステップと、

上記上限予測次数  $P_{tmp}$  ごとに、当該上限予測次数  $P_{tmp}$  が上記予め定められた値  $P_T$  以下あるいは  $P_T$  より小さい場合、当該上限予測次数  $P_{tmp}$  における量子化済PARCOR係数  $K'(1)$ ,  $K'(2)$ , ...,  $K'(P_{tmp})$  の符号量と、当該上限予測次数  $P_{tmp}$  における量子化済PARCOR係数  $K'(1)$ ,  $K'(2)$ , ...,  $K'(P_{tmp})$  を用いて表される、上記入力信号の線形予測残差のエントロピーによって推定される当該線形予測残差の符号量と、当該上限予測次数  $P_{tmp}$  を表す情報の符号量との合計符号量のうち少なくとも上限予測次数に依存する符号量を求め、当該上限予測次数  $P_{tmp}$  が上記予め定められた値  $P_T$  以上あるいは  $P_T$  より大きい場合、当該上限予測次数  $P_{tmp}$  における次数  $P_T$  までの量子化済PARCOR係数  $K'(1)$ ,  $K'(2)$ , ...,  $K'(P_T)$  の符号量と、当該量子化済PARCOR係数  $K'(1)$ ,  $K'(2)$ , ...,  $K'(P_T)$  を用いて表される、上記入力信号の線形予測残差のエントロピーによって推定される当該線形予測残差の符号量と、各PARCOR係数  $K(P_T+1)$ , ...,  $K(P_{tmp})$  を固定ビット長で量子化した場合の符号量と、各PARCOR係数  $K(P_T+1)$ , ...,  $K(P_{tmp})$  を用いて表される、上記入力信号の線形予測残差のエントロピーによって推定される当該線形予測残差の符号量と、当該上限予測次数  $P_{tmp}$  を表す情報の符号量との合計符号量のうち少なくとも上限予測次数に依存する符号量を求める符号量推定ステップと、

上記範囲の各予測次数における上記合計符号量のうち少なくとも上限予測次数に依存する符号量が最小となる上限予測次数を、線形予測の予測次数として決定する予測次数決定ステップと

を有する予測次数決定方法。

#### 【請求項 1 2】

入力信号から算出されたPARCOR係数を用いて線形予測の予測次数を決定する予測次数決定装置であって、

各予測次数のPARCOR係数の量子化値を表現するために予め割り当てられるビット数が、上限予測次数の大きさに依存して異なる場合に、

予め設定された範囲の各予測次数を上限予測次数とし、上限予測次数ごとに、当該上限予測次数に応じて予め定められたビット数で当該上限予測次数までの各上記PARCOR係数を量子化して、当該上限予測次数における各上記PARCOR係数に対応する量子化済PARCOR係数を得る量子化部と、

上記上限予測次数ごとに、当該上限予測次数における各上記量子化済PARCOR係数の符号量と、当該上限予測次数における各上記量子化済PARCOR係数を用いて表される、上記入力信号の線形予測残差のエントロピーによって推定される当該線形予測残差の符号量と、当該上限予測次数を表す情報の符号量との合計符号量のうち少なくとも上限予測次数に依存する符号量を求める符号量推定部と、

上記範囲の各上限予測次数における上記合計符号量のうち少なくとも上限予測次数に依存する符号量が最小となる上限予測次数を、線形予測の予測次数として決定する予測次数決定部と

を含む予測次数決定装置。

#### 【請求項 1 3】

入力信号から算出されたPARCOR係数を用いて線形予測の予測次数を決定する予測次数決定装置であって、

各予測次数のPARCOR係数の量子化値を表現するために予め割り当てられるビット数が、候補次数の大きさに依存して異なる場合に、

予め設定された範囲の各予測次数を候補次数とし、候補次数ごとに、当該候補次数に応じて予め定められたビット数で当該候補次数までの各上記PARCOR係数を量子化して、当該候補次数における各上記PARCOR係数に対応する量子化済PARCOR係数を得る量子化部と

上記範囲の上記候補次数ごとに、少なくとも、当該候補次数における各上記量子化

10

20

30

40

50

済PARCOR係数の符号量と、当該候補次数までの各上記PARCOR係数を用いて表される、上記入力信号の線形予測残差のエントロピーによって推定される当該線形予測残差の符号量（以下、推定残差符号量という。）との合計符号量を求める符号量推定部と、

上記範囲の各上記候補次数のうち、上記合計符号量が最小となる候補次数を、線形予測の予測次数として決定する予測次数決定部とを含む予測次数決定装置。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の予測次数決定装置であって、

上記推定残差符号量は、上記候補次数まで、予測次数ごとに得られる 1 から上記PARCOR係数の二乗を減じた値の対数を合計した値で表されることを特徴とする予測次数決定装置。

10

【請求項 15】

請求項 14 に記載の予測次数決定装置であって、

上記対数がテイラー級数で近似されていることを特徴とする予測次数決定装置。

【請求項 16】

請求項 15 に記載の予測次数決定装置であって、

上記対数をテイラー級数で近似した値に重み係数が乗じられていることを特徴とする予測次数決定装置。

20

【請求項 17】

入力信号から算出されたPARCOR係数を用いて線形予測の予測次数を決定する予測次数決定装置であって、

各予測次数のPARCOR係数の量子化値を表現するために予め割り当てられるビット数が、上限予測次数の大きさに依存して異なる場合に、

予め設定された範囲の各予測次数を上限予測次数とし、上限予測次数ごとに、当該上限予測次数に応じて予め定められたビット数で当該上限予測次数までの各上記PARCOR係数を量子化して得られる量子化済PARCOR係数のインデックスを求める量子化部と、

上記上限予測次数ごとに、上記入力信号の線形予測残差のエントロピーの算出式に含まれる当該上限予測次数における量子化済PARCOR係数を用いた演算の事前計算結果とインデックスとが対応付けられた参照テーブルから、上記インデックスに対応する事前計算結果を表引きし、当該事前計算結果を用いた上記エントロピーによって推定される上記線形予測残差の符号量と、当該上限予測次数における量子化済PARCOR係数の符号量と、当該上限予測次数を表す情報の符号量との合計符号量のうち少なくとも上限予測次数に依存する符号量を求める符号量推定部と、

30

上記範囲の各上限予測次数における上記合計符号量のうち少なくとも上限予測次数に依存する符号量が最小となる上限予測次数を、線形予測の予測次数として決定する予測次数決定部と

を含む予測次数決定装置。

【請求項 18】

入力信号から算出されたPARCOR係数を用いて線形予測の予測次数を決定する予測次数決定装置であって、

各予測次数のPARCOR係数の量子化値を表現するために予め割り当てられるビット数が、上限予測次数の大きさに依存して異なる場合に、

予め設定された範囲の各予測次数を上限予測次数とし、上限予測次数ごとに、当該上限予測次数に応じて予め定められたビット数で当該上限予測次数までの各上記PARCOR係数を量子化して、当該上限予測次数における各上記PARCOR係数に対応する量子化済PARCOR係数を得る量子化部と、

40

(1) 上記範囲のうち一部の各上限予測次数について、上限予測次数ごとに、当該上限予測次数における各上記量子化済PARCOR係数の符号量と、当該上限予測次数における各上記量子化済PARCOR係数を用いて表される、上記入力信号の線形予測残差のエントロピ

50

ーによって推定される当該線形予測残差の符号量と、当該上限予測次数を表す情報の符号量との合計符号量のうち少なくとも当該上限予測次数に依存する符号量と、(2)上記範囲のうち上記一部以外の各上限予測次数について、上限予測次数ごとに、当該上限予測次数における各上記量子化済PARCOR係数の符号量と、上記PARCOR係数を用いて表される、上記入力信号の線形予測残差のエントロピーによって推定される当該線形予測残差の符号量と、当該上限予測次数を表す情報の符号量との合計符号量のうち少なくとも当該上限予測次数に依存する符号量とを求める符号量推定部と、

上記範囲の各上限予測次数における上記合計符号量のうち少なくとも上限予測次数に依存する符号量が最小となる上限予測次数を、線形予測の予測次数として決定する予測次数決定部と

を含む予測次数決定装置。

【請求項19】

入力信号から算出されたPARCOR係数を用いて線形予測の予測次数を決定する予測次数決定装置であって、

各予測次数のPARCOR係数の量子化値を表現するために予め割り当てられるビット数が、上限予測次数の大きさに依存して異なる場合に、

予め設定された範囲の各予測次数を上限予測次数  $P_{tmp}$  として、

上限予測次数  $P_{tmp}$  ごとに、入力された上記PARCOR係数  $K(1), K(2), \dots, K(P_{tmp})$  について、[1]  $P_{tmp}$  が予め定められた値  $P_T$  以下あるいは  $P_T$  より小さい場合に、当該上限予測次数  $P_{tmp}$  に応じて予め定められたビット数で各上記PARCOR係数  $K(1), K(2), \dots, K(P_{tmp})$  を量子化して量子化済PARCOR係数  $K'(1), K'(2), \dots, K'(P_{tmp})$  を求め、[2]  $P_{tmp}$  が予め定められた値  $P_T$  より大きいあるいは  $P_T$  以上である場合に、各上記PARCOR係数  $K(1), K(2), \dots, K(P_T)$  を予測次数  $P_T$  に応じて予め定められたビット数で量子化して量子化済PARCOR係数  $K'(1), K'(2), \dots, K'(P_T)$  を求める量子化部と、

上記上限予測次数  $P_{tmp}$  ごとに、当該上限予測次数  $P_{tmp}$  が上記予め定められた値  $P_T$  以下あるいは  $P_T$  より小さい場合、当該上限予測次数  $P_{tmp}$  における量子化済PARCOR係数  $K'(1), K'(2), \dots, K'(P_{tmp})$  の符号量と、当該上限予測次数  $P_{tmp}$  における量子化済PARCOR係数  $K'(1), K'(2), \dots, K'(P_{tmp})$  を用いて表される、上記入力信号の線形予測残差のエントロピーによって推定される当該線形予測残差の符号量と、当該上限予測次数  $P_{tmp}$  を表す情報の符号量との合計符号量のうち少なくとも上限予測次数に依存する符号量を求め、当該上限予測次数  $P_{tmp}$  が上記予め定められた値  $P_T$  以上あるいは  $P_T$  より大きい場合、当該上限予測次数  $P_{tmp}$  における次数  $P_T$  までの量子化済PARCOR係数  $K'(1), K'(2), \dots, K'(P_T)$  の符号量と、当該量子化済PARCOR係数  $K'(1), K'(2), \dots, K'(P_T)$  を用いて表される、上記入力信号の線形予測残差のエントロピーによって推定される当該線形予測残差の符号量と、各PARCOR係数  $K(P_T+1), \dots, K(P_{tmp})$  を固定ビット長で量子化した場合の符号量と、各PARCOR係数  $K(P_T+1), \dots, K(P_{tmp})$  を用いて表される、上記入力信号の線形予測残差のエントロピーによって推定される当該線形予測残差の符号量と、当該上限予測次数  $P_{tmp}$  を表す情報の符号量との合計符号量のうち少なくとも上限予測次数に依存する符号量を求める符号量推定部と、

上記範囲の各予測次数における上記合計符号量のうち少なくとも上限予測次数に依存する符号量が最小となる上限予測次数を、線形予測の予測次数として決定する予測次数決定部と

を含む予測次数決定装置。

【請求項20】

コンピュータを請求項12から請求項19のいずれかに記載された予測次数決定装置として機能させるためのプログラム。

【請求項21】

コンピュータを請求項12から請求項19のいずれかに記載された予測次数決定装

10

20

30

40

50

置として機能させるためのプログラムを記録した、コンピュータが読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、音響信号などのデジタル時系列信号のロスレス符号化技術に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば図1に示すように、入力信号がNサンプルのフレーム毎に処理されるとする。入力信号を $XO(n)$  ( $n=1, 2, \dots, N$ )とする。許容されるPARCOR係数の最大次数を $P_{max}$ 次とする。

10

【0003】

線形予測分析部901は入力信号 $XO(n)$ からLevinson-Durbin法やBurg法などにより、予め定めた最大次数である $P_{max}$ 次までのPARCOR係数 $KO(1), KO(2), \dots, KO(P_{max})$ を算出し、従来技術(例えば特許文献1参照)で求めた最適次数 $PO$ と $PO$ 次までのPARCOR係数系列 $KO = (KO(1), KO(2), \dots, KO(PO))$ を出力する。

【0004】

量子化部903はPARCOR係数系列 $KO$ を量子化し、量子化済PARCOR係数系列 $K'O = (K'O(1), K'O(2), \dots, K'O(PO))$ を出力する。逆変換部905は量子化済PARCOR係数系列 $K'O$ を線形予測係数系列 $a'O = (a'O(1), a'O(2), \dots, a'O(PO))$ に変換して出力する。フィルタ907は線形予測係数系列 $a'O = (a'O(1), a'O(2), \dots, a'O(PO))$ をフィルタ係数として、式(1)に従って入力信号 $XO(n)$  ( $n=1, 2, \dots, N$ )を $PO$ 次でフィルタリングし、予測残差 $eO(n)$  ( $n=1, 2, \dots, N$ )を得る。ただし、 $a'O(0)=1$ とする。記号" $\times$ "は乗算を表す。

20

【数1】

$$eO(n) = \sum_{i=0}^{PO} a'O(i) \times XO(n-i) \quad \dots(1)$$

【0005】

残差符号化部911は予測残差 $eO(n)$ を例えばエントロピー符号化し、残差符号 $CeO$ を出力する。係数符号化部909は最適次数 $PO$ と量子化済PARCOR係数系列 $K'O = (K'O(1), K'O(2), \dots, K'O(PO))$ を符号化し、係数符号 $CkO$ を出力する。符号合成部913は残差符号 $CeO$ と係数符号 $CkO$ を合わせたものを合成符号 $CaO$ として出力する。

30

【0006】

このように量子化部903は、PARCOR係数を量子化して量子化済PARCOR係数を求める。

一般的に、予測次数 $PO$ を増やせば予測残差 $eO(n)$ も小さくなるが、その一方でPARCOR係数を伝送するのに必要な符号量も増加してしまうので、合成符号 $CaO$ の符号量が最小となる予測次数 $PO$ を求めることが必要となる。

【0007】

ところで、PARCOR係数を用いて予測残差のエネルギーを見積もることができる。平均0(平均が0で無ければ平均値(バイアス)分を全サンプルから予め引けばよい)の入力信号 $XO(n)$  ( $n=1, 2, \dots, N$ )の1フレームあたりのエネルギー $EO(0)$ は式(2)で表される。

40

【数2】

$$EO(0) = \sum_{n=1}^N (XO(n))^2 \quad \dots(2)$$

【0008】

PARCOR係数 $KO(1)$ を用いて、1次の線形予測を行ったときの予測残差のエネルギー $EO(1)$ は式(3)で表される。

【数3】

$$EO(1) = EO(0) \times (1 - KO(1)^2) \quad \dots(3)$$

50

【 0 0 0 9 】

PARCOR係数 $K_0(2)$ を用いて、2次の線形予測を行ったときの予測残差のエネルギー $E_0(2)$ は式(4)で表される。

【数4】

$$E_0(2) = E_0(1) \times (1 - K_0(2)^2) \quad \dots(4)$$

【 0 0 1 0 】

これを $P_{\max}$ 次まで繰り返すと、 $P_{\max}$ 次の線形予測を行ったときの予測残差のエネルギー $E_0(P_{\max})$ は式(5)で表される。

【数5】

$$E_0(P_{\max}) = E_0(0) \prod_{i=1}^{P_{\max}} (1 - K_0(i)^2) \quad \dots(5)$$

10

【 0 0 1 1 】

平均0、分散 $\sigma^2$ (すなわちエネルギーを $N$ で割ったもの)のガウス分布のエントロピーは式(6)で表される。

【数6】

$$H_G(\sigma^2) = \log_2 \left( \sqrt{2\pi e \sigma^2} \right) \quad \dots(6)$$

【 0 0 1 2 】

平均0、分散 $\sigma^2$ (すなわちエネルギーを $N$ で割ったもの)のラプラス分布のエントロピーは式(7)で表される。

【数7】

$$H_L(\sigma^2) = \log_2 \left( \sqrt{2e^2 \sigma^2} \right) \quad \dots(7)$$

20

【 0 0 1 3 】

いずれの場合も分散 $\sigma^2$ に依存しており、エントロピーは、 $\beta$ を定数として式(8)で表される。

【数8】

$$H_0(\sigma^2) = \beta + \frac{1}{2} \log_2(\sigma^2) \quad \dots(8)$$

30

【 0 0 1 4 】

定数 $\beta$ の値は、式(6)よりガウス分布の場合に約2であり、式(7)よりラプラス分布の場合に約1.7である。

【 0 0 1 5 】

式(5)と式(8)より、 $P_0$ 次の線形予測を行ったときの予測残差のエントロピー $H_0(P_0)$ は、つまり予測残差1サンプルに必要な平均推定ビット数は、式(9)で表される。

【数9】

$$\begin{aligned}
 Ho(Po) &= \beta + \frac{1}{2} \log_2(Eo(Po)/N) \\
 &= \beta + \frac{1}{2} \log_2\left(\frac{Eo(0) \prod_{i=1}^{PO} (1 - Ko(i)^2)}{N}\right) \\
 &= \beta + \frac{1}{2} \log_2\left(\frac{Eo(0)}{N} \times \prod_{i=1}^{PO} (1 - Ko(i)^2)\right) \\
 &= \beta + \frac{1}{2} \log_2(Eo(0)/N) + \frac{1}{2} \log_2\left(\prod_{i=1}^{PO} (1 - Ko(i)^2)\right) \\
 &= \beta + \frac{1}{2} \log_2(Eo(0)/N) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{PO} \log_2(1 - Ko(i)^2) \quad \dots(9)
 \end{aligned}$$

10

【0016】

ここで式(9)の右辺第二項は入力信号に依存するので定数とみなせる。従って、式(9)の右辺第三項がどのような値をとるかによってエントロピー $Ho(Po)$ の値が変化する。実際に、PARCOR係数系列 $Ko$ の各PARCOR係数が0付近の値しか持たないような白色雑音が入力されたときは右辺第三項も0付近の値しか持たないので、エントロピーを下げられず、予測残差1サンプルに必要な平均推定ビット数を低減することはできない。PARCOR係数系列 $Ko$ に含まれる $Ko(1)$ と $Ko(2)$ が+1や-1付近の値を取るのであれば、右辺第三項は負の値を持ち、エントロピーが低減するので、予測残差1サンプルに必要な平均推定ビット数を低減することができる。

20

【0017】

ロスレス符号化の場合には最適次数 $PO$ と量子化済PARCOR係数系列 $K'o$ を符号化した係数符号 $Ck_0$ も伝送するので、係数符号のうち最適次数 $PO$ に対応する符号のビット数を $(PO)$ とし(ただし、 $(PO)$ が $PO$ に抛らず定数である場合には、最適次数 $PO$ に対応する符号のビット数を無視して計算してもよい。)、係数符号のうち量子化済PARCOR係数 $K'o(1), K'o(2), \dots, K'o(PO)$ のそれぞれに対応する符号量を $C(1), (2), \dots, C(PO)$ とすると、1フレーム( $N$ サンプル)あたりの合成符号 $Ca_0$ の推定符号量は、式(10)で表される。

30

【数10】

$$\begin{aligned}
 Bo(Po) &= Ho(Po) \times N + \sum_{i=1}^{PO} C(i) + \gamma(Po) \\
 &= \left\{ \beta + \frac{1}{2} \log_2(Eo(0)/N) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{PO} \log_2(1 - Ko(i)^2) \right\} \times N + \sum_{i=1}^{PO} C(i) + \gamma(Po) \quad \dots(10)
 \end{aligned}$$

【0018】

$Bo(PO)$ は図2の実線で表すようなグラフとなるので、合成符号 $Ca_0$ の推定符号量が最小となる予測次数 $PO$ を求めればよい。PARCOR係数の量子化精度を高くすればPARCOR係数系列 $Ko$ と量子化済PARCOR係数系列 $K'o$ の差が小さくなり、予測残差 $e_0(n)$ も小さくなるため、図2に点線で示す残差符号を表すために必要な符号量は少なくて済む。しかしながら、図2に破線で示す量子化済PARCOR係数系列 $K'o$ を表すために必要な符号量は増えてしまう。従って、必ずしもPARCOR係数の精度を高くした方が合成符号 $Ca_0$ の推定符号量が小さくなるとは限らない。

40

【0019】

従来技術の例として5ビットで均一量子化の場合を説明する。例えば符号付8ビットの精度で求められたPARCOR係数系列 $Ko=(Ko(1), Ko(2) \dots Ko(Pmax))$ が量子化部903に入力される。量子化部903は $Ko(i)$  ( $i=1, 2, \dots, Pmax$ )を下記のStep 1~3に従って量子化し、量

50

子化済PARCOR係数系列 $K'0=(P0, K'0(1), K'0(2), \dots, K'0(P0))$ と最適次数 $P0$ を出力する。

Step 1:  $K0(i)$ を5ビットで線形量子化または非線形量子化し、 $K'0(i)$ を求める。

Step 2: 予め設定された範囲の予測次数のそれぞれについて、量子化されていないPARCOR係数 $K0(i)$ を用いて、式(10)を用いて合成符号 $Ca0$ の推定符号量を求める。

Step 3: Step 2で求めた合成符号 $Ca0$ の推定符号量が最小となる予測次数を最適次数 $P0$ とする。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0020】

【特許文献1】特開2009-69309号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0021】

従来の予測次数決定方法では、効率的に符号を送るためにPARCOR係数を量子化しており、図2に表すように、PARCOR係数の量子化精度を高くすればPARCOR係数系列 $K0$ と量子化済PARCOR係数系列 $K'0$ との差が小さくなり、予測残差 $e0(n)$ も小さくなるため予測残差に要する符号量は少なくなる。しかしながら、量子化済PARCOR係数系列 $K'0$ を表すのに必要なビット数は増えてしまうため、必ずしもPARCOR係数の量子化精度を高くした方が良いとは限らない。

【0022】

20

特許文献1では、各予測次数のPARCOR係数の量子化誤差が予測次数によって変わらないという前提で最適予測次数を決定していた。つまり、例えば、 $P_{max}=1$ の場合、 $K'0(1)$ が5ビットで表され、 $P_{max}=2$ の場合、 $K'0(1)$ と $K'0(2)$ のそれぞれが5ビットで表され、 $P_{max}=3$ の場合、 $K'0(1)$ と $K'0(2)$ と $K'0(3)$ のそれぞれが5ビットで表される、というように上限予測次数 $P_{max}$ に関らず、各予測次数のPARCOR係数に割り当てるビット数が同一であった。よって、各予測次数のPARCOR係数に割り当てるビット数が同一である場合には、式(10)を用いることで、合成符号 $Ca0$ の推定符号量が最小となる最適次数が求まるものの、上限予測次数 $P_{max}$ に応じて各予測次数のPARCOR係数に割り当てるビット数が同一でない場合は想定されておらず、上限予測次数 $P_{max}$ に応じて各予測次数のPARCOR係数に割り当てるビット数が同一でない場合すなわち量子化誤差が変化する場合には、必ずしも合成符号 $Ca0$ の推定符号量が最小となる最適次数が求まらない。上限予測次数 $P_{max}$ に応じて各予測次数のPARCOR係数に割り当てるビット数が同一でない場合として、例えば、 $P_{max}=1$ の場合、 $K'0(1)$ が3ビットで表され、 $P_{max}=2$ の場合、 $K'0(1)$ が4ビットで、 $K'0(2)$ が3ビットで表され、 $P_{max}=3$ の場合、 $K'0(1)$ が5ビットで、 $K'0(2)$ が4ビットで、 $K'0(3)$ が3ビットで表される、というような例を挙げることができる。

30

【0023】

そこで本発明は、上限予測次数に応じて各予測次数のPARCOR係数に割り当てるビット数が同一でない場合において、高圧縮ロスレス符号化のための予測次数決定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】

40

【0024】

本発明は、予め設定された範囲の各予測次数について、予測次数に応じて予め定められたビット数で当該予測次数までの各PARCOR係数を量子化して、当該PARCOR係数に対応する量子化済PARCOR係数を得て、予め設定された範囲の各予測次数について、量子化済PARCOR係数の符号量と、当該量子化済PARCOR係数を用いて表される、入力信号の線形予測残差のエントロピーによって推定される当該線形予測残差の符号量と、予測次数を表す情報の符号量との合計符号量のうち少なくとも予測次数に依存する符号量を求め、得られた合計符号量のうち少なくとも予測次数に依存する符号量が最小となる予測次数を、線形予測の予測次数として決定する。

【発明の効果】

50

## 【 0 0 2 5 】

本発明に抛れば、量子化誤差を考慮して、予測次数に応じて予め定められたビット数で当該予測次数までの各PARCOR係数を量子化し、量子化済PARCOR係数を用いて予測次数を決定するのでロスレス符号化の圧縮率を向上させることができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 6 】

【 図 1 】 従来の予測次数決定処理を含む符号化処理の機能構成例を示す図。

【 図 2 】 PARCOR係数の割り当てビット数と線形予測残差の符号量との関係を示す図。

【 図 3 】 実施例 1 の予測次数決定処理を含む符号化処理の機能構成例を示す図。

【 図 4 】 実施例 1 の予測次数決定処理の処理フローを示す図。

10

【 図 5 】 実施例 2 の予測次数決定処理を含む符号化処理の機能構成例を示す図。

【 図 6 】 参照テーブルの例を示す図。

【 図 7 】 実施例 2 の予測次数決定処理の処理フローを示す図。

【 図 8 】 変形例 1 の予測次数決定処理の処理フローを示す図。

【 図 9 】 変形例 2 の予測次数決定処理の処理フローを示す図。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 2 7 】

本発明では、ロスレス符号化の場合には量子化済PARCOR係数系列 $K'0$ を符号化した係数符号 $Ck0$ も伝送することを考慮して、量子化済PARCOR係数 $K'0(1), K'0(2), \dots, K'0(PO)$ のそれぞれに対応する符号量を $C(1), C(2), \dots, C(PO)$ として合成符号 $Ca0$ の推定符号量を式(11)で表す。この式(11)に基づく合成符号 $Ca0$ の推定符号量について、図2を用いて説明した内容と同じことが妥当する。ただし、予測次数によってPARCOR係数の量子化ビットが変わる場合は滑らかな線ではなく階段状になる。

20

## 【 数 1 1 】

$$B'0(P0) = \beta \times N + \frac{N}{2} \log_2(E0(0)/N) + \frac{N}{2} \sum_{i=1}^{PO} \log_2(1 - K'0(i)^2) + \sum_{i=1}^{PO} C(i) + \gamma(P0) \quad \dots(11)$$

## 【 0 0 2 8 】

本発明は合成符号の推定符号量の算出に当たり式(11)のように量子化誤差を考慮している点で式(10)を用いて合成符号の推定符号量を算出する従来技術と異なる。

## 【 0 0 2 9 】

30

式(11)の右辺第三項がどのような値をとるかによって合成符号 $Ca0$ の推定符号量 $B'0(P0)$ の値が変化する。実際に、量子化済PARCOR係数系列 $K'0$ が0付近の値しか持たないような白色雑音が入力されたときは式(11)の右辺第三項も0付近の値しか持たないので、エントロピーを下げられず、合成符号 $Ca0$ の推定符号量を低減することはできない。量子化済PARCOR係数系列 $K'0$ の $K'0(1)$ と $K'0(2)$ が+1や-1付近の値を取るのであれば、式(11)の右辺第三項も負の値を持ち、エントロピーが低減するので、合成符号 $Ca0$ の推定符号量を低減することができる。例えば参考文献のFig.4に表されているように1次のPARCOR係数は0.95付近に集中しているので、式(11)の右辺第三項のうちの1次のPARCOR係数に対応する部分は式(12)で表すことができ、1フレームあたり20サンプルのときは残差符号 $Ce0$ を約33ビット削減できるので、 $K'(1)$ を8ビットで量子化しても十分に合成符号 $Ca0$ の符号量を削減できる。

40

(参考文献) T. Liebchen, et. al., "The MPEG-4 Audio Lossless Coding (ALS) Standard -Technology and Applications," AES 119th Convention, New York, USA, October, 2005.

## 【 数 1 2 】

$$\frac{N}{2} \log_2(1 - K'0(1)^2) = \frac{N}{2} \log_2(1 - 0.95 \times 0.95) = \frac{N}{2} \times (-3.358...) \quad \dots(12)$$

## 【 0 0 3 0 】

一方、上記参考文献のFig.4に表されているように、4次のPARCOR係数は0.25付近に集中しているので、式(11)の右辺第三項のうちの4次のPARCOR係数に対応する部分は式

50

(13)で表すことができ、1フレームあたり20サンプルのときは残差符号Ce0を約1ビット程度しか削減できないので、K'(4)を3ビットで量子化した場合は合成符号Ca0の符号量を削減できず、逆に合成符号Ca0の符号量を増加させていることになる。

【数13】

$$\frac{N}{2} \log_2(1 - K'(4)^2) = \frac{N}{2} \log_2(1 - 0.25 \times 0.25) = \frac{N}{2} \times (-0.093...) \dots (13)$$

【0031】

つまり、式(11)の右辺第三項の値の低減によるエントロピーの削減効果が期待できるのであれば、式(11)の右辺第四項で評価される量子化済PARCOR係数系列K'0に必要なビット数を大きくしても、合成符号Ca0の推定符号量は削減できるので、PARCOR係数の量子化精度を細かくすればよい。この場合、予測次数P0を大きくしてもそれに見合った効果が期待できる。

10

逆に、式(11)の右辺第三項の低減によるエントロピーの削減効果が期待できない場合は、式(11)の右辺第四項で評価される量子化済PARCOR係数系列K'0に必要なビット数を小さくしなければ合成符号Ca0の推定符号量を削減できない。そこで、PARCOR係数の量子化精度を粗くし、予測次数P0を低く設定する必要がある。

【0032】

以上のことから、本発明では、上限予測次数に応じて各予測次数のPARCOR係数に割り当てられるビット数が同一でない場合において、量子化誤差を考慮して、予測次数に応じて予め定められたビット数で当該予測次数までの各PARCOR係数を量子化し、量子化済PARCOR係数を用いて最適な予測次数を決定する。

20

【0033】

[実施形態]

本発明の実施形態は図3に示す量子化部100の機能構成を持ち、図3に示すように、量子化部903が量子化部100に変更されていることを除き、符号化処理の全体は図1に示す機能構成と同じ機能構成を持つ。

量子化部100は、係数量子化部102、符号量推定部104、予測次数決定部106を含む。

各PARCOR係数が例えば符号付8ビットの精度で求められたPARCOR係数系列K0=(K0(1), K0(2), ..., K0(Pmax))が量子化部100に入力されると、量子化部100は、最適予測次数P0と、線形量子化または非線形量子化されたPARCOR係数系列K'0=(K'0(1), K'0(2), ..., K'0(P0))を出力する。最適予測次数P0と量子化済PARCOR係数系列K'0=(K'0(1), K'0(2), ..., K'0(P0))は係数符号化部909へ送られる。

30

【0034】

<実施例1>

PARCOR係数系列K0=(K0(1), K0(2), ..., K0(Pmax))が量子化部100に入力されると、まず、係数量子化部102は、予め設定された範囲(例えば1次~Pmax次)に含まれる各予測次数を上限予測次数Ptmpとした場合のそれぞれについて、各PARCOR係数K0(i)(i=1, 2, ..., Ptmp)を当該上限予測次数Ptmpに応じて予め定められたビット数で量子化し、量子化済PARCOR係数を求める(ステップS1)。

40

例えば、上限予測次数Ptmp=tでの量子化済PARCOR係数をK'0<sub>t</sub>(1), K'0<sub>t</sub>(2), ..., K'0<sub>t</sub>(Ptmp)とし、Pmax=4とし、Ptmp=1の場合にK'0<sub>1</sub>(1)が3ビットで表され、Ptmp=2の場合にK'0<sub>2</sub>(1)が4ビットで、K'0<sub>2</sub>(2)が3ビットで表され、Ptmp=3の場合にK'0<sub>3</sub>(1)が5ビットで、K'0<sub>3</sub>(2)が4ビットで、K'0<sub>3</sub>(3)が3ビットで表され、Ptmp=4の場合にK'0<sub>4</sub>(1)が6ビットで、K'0<sub>4</sub>(2)が5ビットで、K'0<sub>4</sub>(3)が4ビットで、K'0<sub>4</sub>(4)が3ビットで表されるとした場合、係数量子化部102は、

Ptmp=1について、K0(1)を3ビットで量子化してK'0<sub>1</sub>(1)を求め、

Ptmp=2について、K0(1)を4ビットで量子化してK'0<sub>2</sub>(1)を求め、K0(2)を3ビットで量子化してK'0<sub>2</sub>(2)を求め、

Ptmp=3について、K0(1)を5ビットで量子化してK'0<sub>3</sub>(1)を求め、K0(2)を4ビットで量子

50

化して $K'O_3(2)$ を求め、 $K'O(3)$ を3ビットで量子化して $K'O_3(3)$ を求め、 $P_{tmp}=P_{max}=4$ について、 $K'O(1)$ を6ビットで量子化して $K'O_4(1)$ を求め、 $K'O(2)$ を5ビットで量子化して $K'O_4(2)$ を求め、 $K'O(3)$ を4ビットで量子化して $K'O_4(3)$ を求め、 $K'O(4)$ を3ビットで量子化して $K'O_4(4)$ を求める。

#### 【0035】

次に、符号量推定部104が、上記範囲(1次~ $P_{max}$ 次)に含まれる各予測次数を上限予測次数 $P_{tmp}$ とした場合のそれぞれについて、上限予測次数 $P_{tmp}$ の符号量( $P_{tmp}$ )と、量子化済PARCOR係数の符号量と、ステップS1の処理で得られた当該量子化済PARCOR係数を用いて表される、入力信号(1フレーム当たりNサンプル)の線形予測残差のエントロピーによって推定される当該線形予測残差の符号量との推定合計符号量を式(11)を用いて求める(ステップS2)。

10

ステップS1の処理での具体例を前提として説明すると、上限予測次数 $P_{tmp}=t$ での量子化済PARCOR係数 $K'O_t(1), K'O_t(2), \dots, K'O_t(P_{tmp})$ のそれぞれに対応する符号量を $C_t(1), C_t(2), \dots, C_t(P_{tmp})$ として、符号量推定部104は、

$P_{tmp}=1$ について、3ビットの $K'O_1(1)$ と $C_1(1)=3$ を用いて、推定合計符号量 $B'O(1)$ を式(14)によって求め、

$P_{tmp}=2$ について、4ビットの $K'O_2(1)$ と $C_2(1)=4$ と3ビットの $K'O_2(2)$ と $C_2(2)=3$ を用いて、推定合計符号量 $B'O(2)$ を式(15)によって求め、

$P_{tmp}=3$ について、5ビットの $K'O_3(1)$ と $C_3(1)=5$ と4ビットの $K'O_3(2)$ と $C_3(2)=4$ と3ビットの $K'O_3(3)$ と $C_3(3)=3$ を用いて、推定合計符号量 $B'O(3)$ を式(16)によって求め、

20

$P_{tmp}=4$ について、6ビットの $K'O_4(1)$ と $C_4(1)=6$ と5ビットの $K'O_4(2)$ と $C_4(2)=5$ と4ビットの $K'O_4(3)$ と $C_4(3)=4$ と3ビットの $K'O_4(4)$ と $C_4(4)=3$ を用いて、推定合計符号量 $B'O(4)$ を式(17)によって求める。

#### 【数14】

$$B'O(1) = \beta \times N + \frac{N}{2} \log_2(E_O(0)/N) + \frac{N}{2} \sum_{i=1}^1 \log_2(1 - K'O_1(i)^2) + \sum_{i=1}^1 C_1(i) + \gamma(1) \quad \dots(14)$$

$$B'O(2) = \beta \times N + \frac{N}{2} \log_2(E_O(0)/N) + \frac{N}{2} \sum_{i=1}^2 \log_2(1 - K'O_2(i)^2) + \sum_{i=1}^2 C_2(i) + \gamma(2) \quad \dots(15)$$

$$B'O(3) = \beta \times N + \frac{N}{2} \log_2(E_O(0)/N) + \frac{N}{2} \sum_{i=1}^3 \log_2(1 - K'O_3(i)^2) + \sum_{i=1}^3 C_3(i) + \gamma(3) \quad \dots(16)$$

30

$$B'O(4) = \beta \times N + \frac{N}{2} \log_2(E_O(0)/N) + \frac{N}{2} \sum_{i=1}^4 \log_2(1 - K'O_4(i)^2) + \sum_{i=1}^4 C_4(i) + \gamma(4) \quad \dots(17)$$

#### 【0036】

次に、予測次数決定部106は、ステップS2の処理で得られた推定合計符号量のうち最小の合計符号量を与えるときの予測次数を最適予測次数 $P_0$ として決定する(ステップS3)。

ステップS2の処理での具体例を前提として説明すると、予測次数決定部106は、ステップS2の処理で得られた推定合計符号量 $B'O(1), B'O(2), B'O(3), B'O(4)$ のうち最小の合計符号量が $B'O(3)$ であるならば、 $B'O(3)$ を与えたときの予測次数3を最適予測次数 $P_0$ として決定する。

40

#### 【0037】

そして、量子化部100は、最適予測次数 $P_0$ と、最適予測次数 $P_0$ に対応するステップS1の処理で得られた量子化済PARCOR係数の系列 $K'O = (K'O(1), K'O(2), \dots, K'O(P_0))$ を出力する。

#### 【0038】

なお、式(11)のうち量子化済PARCOR係数及びPARCOR係数の符号量以外は上限予測次数に依存しない値であるので、ステップS2では1次~ $P_{max}$ 次の各予測次数について式(11)で求まる推定合計符号量の代わりに式(11)の右辺第3項と右辺第4項と右辺第5項の合計値を求め、ステップS3では式(11)の右辺第3項と右辺第4項と右辺第5項の合計値が最小となる予測次数を最適次数として決定してもよい。そもそも予測次数に

50

依存しない定数部分を見捨て、右辺第3項と右辺第4項と右辺第5項の合計値や右辺第3項と右辺第4項の合計値のみを用いて最適次数を決定してもよい。式(11)の右辺第3項と右辺第4項の合計値のみを用いて最適次数を決定する場合の合成符号Ca0の推定符号量は、式(11A)で表される。

【数15】

$$B'o(Po) = \frac{N}{2} \sum_{i=1}^{PO} \log_2(1 - K'o(i)^2) + \sum_{i=1}^{PO} C(i) \\ = \sum_{i=1}^{PO} \left\{ \frac{N}{2} \log_2(1 - K'o(i)^2) + C(i) \right\} \quad \dots(11A)$$

10

【0039】

近似式を用いた例1

上限予測次数Ptmpを変更しても量子化精度がそれほど変わらないのであれば、式(15)に替えて、式(14)で算出されたB'o(1)を用いて表される式(15B)によってB'o(2)を近似算出することができる。式(15B)では、計算済みの結果であるB'o(1)を流用して、式(14)と式(15)との差分である式(15B)の第2項と第3項と第4項のみを計算すればよく、式(15)と比較して演算量を減らせる。ここで、(2) = (2) - (1)である。同様に、式(16)に替えて、式(15B)で算出されたB'o(2)を用いて表される式(16B)によってB'o(3)を近似算出することができる。ここで、(3) = (3) - (2)である。また、式(17)に替えて、式(16B)で算出されたB'o(3)を用いて表される式(17B)によってB'o(4)を近似算出することができる。ここで、(4) = (4) - (3)である。このように、圧縮率を高くすることより演算量を減らすことを優先する場合などでは、式(15)から式(17)のそれぞれの代わりに下記の式(15B)から式(17B)を用いた計算を行うようにしてもよい。

20

【数16】

$$B'o(2) = B'o(1) + \frac{N}{2} \log_2(1 - K'o_2(2)^2) + C_2(2) + \Delta\gamma(2) \quad \dots(15B)$$

$$B'o(3) = B'o(2) + \frac{N}{2} \log_2(1 - K'o_3(3)^2) + C_3(3) + \Delta\gamma(3) \quad \dots(16B)$$

30

$$B'o(4) = B'o(3) + \frac{N}{2} \log_2(1 - K'o_4(4)^2) + C_4(4) + \Delta\gamma(4) \quad \dots(17B)$$

【0040】

近似式を用いた例2

PARCOR係数の性質である  $-1 < K'o(i) < 1$  という条件の下で、対数の計算をテイラー級数(マクローリン級数)で展開した近似式を用いて、 $\log_2(1 - K'o(i) \times K'o(i))$  を  $-K'o(i) \times K'o(i)$  で近似しても良い。この場合は、式(14)、式(15B)、式(16B)、式(17B)のそれぞれの代わりに下記の式(14C)から式(17C)を用いた計算を行う。

【数17】

$$B'o(1) = \beta \times N + \frac{N}{2} \log_2(Eo(0)/N) - \frac{N}{2} K'o_1(1)^2 + C_1(1) + \gamma(1) \quad \dots(14C)$$

40

$$B'o(2) = B'o(1) - \frac{N}{2} K'o_2(2)^2 + C_2(2) + \Delta\gamma(2) \quad \dots(15C)$$

$$B'o(3) = B'o(2) - \frac{N}{2} K'o_3(3)^2 + C_3(3) + \Delta\gamma(3) \quad \dots(16C)$$

$$B'o(4) = B'o(3) - \frac{N}{2} K'o_4(4)^2 + C_4(4) + \Delta\gamma(4) \quad \dots(17C)$$

50

## 【 0 0 4 1 】

近似式を用いた例 3

推定合計符号量を近似算出することを考慮すると、 $-K'O(i) \times K'O(i)$ の代わりに $-KO(i) \times KO(i)$ を計算に用いても良い。この場合は、式(14C)～式(17C)のそれぞれの代わりに下記の式(14D)～式(17D)を用いた計算を行う。

【数18】

$$B'o(1) = \beta \times N + \frac{N}{2} \log_2(Eo(0)/N) - \frac{N}{2} K_{o1}(1)^2 + C_1(1) + \gamma(1) \quad \dots(14D)$$

$$B'o(2) = B'o(1) - \frac{N}{2} K_{o2}(2)^2 + C_2(2) + \Delta\gamma(2) \quad \dots(15D)$$

$$B'o(3) = B'o(2) - \frac{N}{2} K_{o3}(3)^2 + C_3(3) + \Delta\gamma(3) \quad \dots(16D)$$

$$B'o(4) = B'o(3) - \frac{N}{2} K_{o4}(4)^2 + C_4(4) + \Delta\gamma(4) \quad \dots(17D)$$

10

## 【 0 0 4 2 】

なお、近似式を用いた例1を前提として近似式を用いた例2と近似式を用いた例3を説明したが、式(14)から式(17)のそれぞれに現れる $\log_2(1-K'O(i) \times K'O(i))$ を $-K'O(i) \times K'O(i)$ または $-KO(i) \times KO(i)$ に置き換えた式を用いて計算を行ってもよい。 $\log_2(1-K'O(i) \times K'O(i))$ を $-KO(i) \times KO(i)$ で置換する場合、式(14) - (17)を与える式(11)は、式(11B)に改められる。そして、既述のとおり、式(11)の右辺第3項と右辺第4項の合計値のみを用いて最適次数を決定するとするならば、式(11B)は式(11C)に改められる(式(11A)参照)。

20

【数19】

$$B'o(Po) = \beta \times N + \frac{N}{2} \log_2(Eo(0)/N) + \frac{N}{2} \sum_{i=1}^{Po} (-K_{o}(i)^2) + \sum_{i=1}^{Po} C(i) + \gamma(Po) \quad \dots(11B)$$

$$B'o(Po) = \frac{N}{2} \sum_{i=1}^{Po} (-K_{o}(i)^2) + \sum_{i=1}^{Po} C(i) = \sum_{i=1}^{Po} (C(i) - \frac{N}{2} K_{o}(i)^2) \quad \dots(11C)$$

## 【 0 0 4 3 】

近似式を用いた例 4

推定合計符号量を近似算出することを考慮すると、 $-K'O(i) \times K'O(i)$ の代わりに、量子化前のPARCOR係数と補正のための重み係数(は正の数。例えば=2である)を用いた $- \times KO(i) \times KO(i)$ を計算に用いても良い。この場合は、式(14C)～式(17C)のそれぞれの代わりに下記の式(14E)～式(17E)を用いた計算を行う。

【数20】

$$B'o(1) = \beta \times N + \frac{N}{2} \log_2(Eo(0)/N) - \Omega \times \frac{N}{2} K_{o1}(1)^2 + C_1(1) + \gamma(1) \quad \dots(14E)$$

$$B'o(2) = B'o(1) - \Omega \times \frac{N}{2} K_{o2}(2)^2 + C_2(2) + \Delta\gamma(2) \quad \dots(15E)$$

$$B'o(3) = B'o(2) - \Omega \times \frac{N}{2} K_{o3}(3)^2 + C_3(3) + \Delta\gamma(3) \quad \dots(16E)$$

$$B'o(4) = B'o(3) - \Omega \times \frac{N}{2} K_{o4}(4)^2 + C_4(4) + \Delta\gamma(4) \quad \dots(17E)$$

30

40

## 【 0 0 4 4 】

なお、近似式を用いた例2あるいは近似式を用いた例3を前提として近似式を用いた例4を説明したが、式(14)から式(17)のそれぞれに現れる $\log_2(1-K'O(i) \times K'O(i))$ を $-K'O(i) \times K'O(i)$ または $-KO(i) \times KO(i)$ に置き換えた式を用いて計算を行ってもよい。従って、近似式を用いた例4で説明したように重み係数を上記式(11

50

C) に導入すると式(11C)は式(11D)に改められる。よって、一例として示した式(14) - (17)は、で式(14F) - (17F)に改められる。

【数21】

$$B'o(Po) = \sum_{i=1}^{Po} (C(i) - \frac{\Omega N}{2} \times K'o(i)^2) \quad \dots(11D)$$

$$B'o(1) = \sum_{i=1}^1 (C_1(i) - \frac{\Omega N}{2} \times K'o_1(i)^2) \quad \dots(14F)$$

$$B'o(2) = \sum_{i=1}^2 (C_2(i) - \frac{\Omega N}{2} \times K'o_2(i)^2) \quad \dots(15F)$$

$$B'o(3) = \sum_{i=1}^3 (C_3(i) - \frac{\Omega N}{2} \times K'o_3(i)^2) \quad \dots(16F)$$

$$B'o(4) = \sum_{i=1}^4 (C_4(i) - \frac{\Omega N}{2} \times K'o_4(i)^2) \quad \dots(17F)$$

【0045】

<実施例2>

上限予測次数が大きくなるにつれて対数演算を多用する実施例1と異なり、メモリ50に記憶されている参照テーブルを利用する実施例2を説明する。参照テーブルの例を図5に示す。この参照テーブルでは、インデックスL(q) (q=1,2,...,n)に、入力信号(1フレーム当たりNサンプル)の線形予測残差のエントロピーの算出式(11)の右辺第三項に現れる対数演算 $\log_2(1-K'o(i) \times K'o(i))$ を予め計算した結果(事前計算結果T(j) (j=L(1), L(2), ..., L(n)))が対応付けられている。ここでnは予め定められた整数である。

【0046】

実施例2の量子化部100aは、係数量子化部102a、符号量推定部104a、予測次数決定部106aを含む。

【0047】

PARCOR係数系列KO=(KO(1), KO(2), ..., KO(Pmax))が量子化部100に入力されると、まず、係数量子化部102aは、予め設定された範囲(例えば1次~Pmax次)に含まれる各予測次数を上限予測次数Ptmpとした場合のそれぞれについて、各PARCOR係数KO(i) (i=1, 2, ..., Ptmp)を当該上限予測次数Ptmp=tに応じて予め定められたビット数で量子化して得られる量子化済PARCOR係数K'o\_t(i)のインデックスL\_{t,i}を求める(ステップS1a)。量子化済PARCOR係数K'o\_t(i)の値に応じてインデックスL\_{t,i}が予め定められている。例えば、0.90 > K'o\_t(i) > 0.75ならば当該K'o\_t(i)のインデックスL\_{t,i}をL(1)とし、0.75 > K'o\_t(i) > 0.65ならば当該K'o\_t(i)のインデックスL\_{t,i}をL(2)とし、0.65 > K'o\_t(i) > 0.50ならば当該K'o\_t(i)のインデックスL\_{t,i}をL(3)とし、0 > K'o\_t(i) > 0.15ならば当該K'o\_t(i)のインデックスL\_{t,i}をL(n)とすることが予め定められている。

ここで、上限予測次数Ptmp=tでの量子化済PARCOR係数をK'o\_t(1), K'o\_t(2), ..., K'o\_t(Ptmp)とし、Pmax=4とし、Ptmp=1の場合にK'o\_1(1)が3ビットで表され、Ptmp=2の場合にK'o\_2(1)が4ビットで、K'o\_2(2)が3ビットで表され、Ptmp=3の場合にK'o\_3(1)が5ビットで、K'o\_3(2)が4ビットで、K'o\_3(3)が3ビットで表され、Ptmp=4の場合にK'o\_4(1)が6ビットで、K'o\_4(2)が5ビットで、K'o\_4(3)が4ビットで、K'o\_4(4)が3ビットで表されるとした場合を例に採り説明すると、係数量子化部102aは、

Ptmp=1について、KO(1)を3ビットで量子化して得られるK'o\_1(1)のインデックスL\_{1,1}を求め、

Ptmp=2について、KO(1)を4ビットで量子化して得られるK'o\_2(1)のインデックスL\_{2,1}と、KO(2)を3ビットで量子化して得られるK'o\_2(2)のインデックスL\_{2,2}を求め、

Ptmp=3について、KO(1)を5ビットで量子化して得られるK'o\_3(1)のインデックスL\_{3,1}と、

10

20

30

40

50

K0(2)を4ビットで量子化して得られるK'O<sub>3</sub>(2)のインデックスL<sub>3,2</sub>と、K0(3)を3ビットで量子化して得られるK'O<sub>3</sub>(3)のインデックスL<sub>3,3</sub>を求め、

Ptmp=Pmax=4について、K0(1)を6ビットで量子化して得られるK'O<sub>4</sub>(1)のインデックスL<sub>4,1</sub>と、K0(2)を5ビットで量子化して得られるK'O<sub>4</sub>(2)のインデックスL<sub>4,2</sub>と、K0(3)を4ビットで量子化して得られるK'O<sub>4</sub>(3)のインデックスL<sub>4,3</sub>を求め、K0(4)を3ビットで量子化して得られるK'O<sub>4</sub>(4)のインデックスL<sub>4,4</sub>を求める。

【0048】

次に、符号量推定部104aが、上記範囲(1次~Pmax次)に含まれる各予測次数を上限予測次数Ptmpとした場合のそれぞれについて、ステップS1aの処理で得られたインデックスに対応する事前計算結果T(j)を参照テーブルから表引きし、当該事前計算結果を用いた、入力信号(1フレーム当たりNサンプル)の線形予測残差のエントロピーによって推定される線形予測残差の符号量と、量子化済PARCOR係数の符号量と、上限予測次数Ptmpの符号量(Ptmp)との推定合計符号量を求める(ステップS2a)。

ステップS1aの処理での具体例を前提として説明すると、上限予測次数Ptmp=tでの量子化済PARCOR係数K'O<sub>t</sub>(1),K'O<sub>t</sub>(2),...,K'O<sub>t</sub>(Ptmp)のそれぞれに対応する符号量をC<sub>t</sub>(1),C<sub>t</sub>(2),...,C<sub>t</sub>(Ptmp)として、符号量推定部104aは、

Ptmp=1について、インデックスL<sub>1,1</sub>に対応する値T(L<sub>1,1</sub>)とC<sub>1</sub>(1)=3を用いて、推定合計符号量B'o(1)を式(18)によって求め、

Ptmp=2について、インデックスL<sub>2,1</sub>に対応する値T(L<sub>2,1</sub>)とC<sub>2</sub>(1)=4とインデックスL<sub>2,2</sub>に対応する値T(L<sub>2,2</sub>)とC<sub>2</sub>(2)=3を用いて、推定合計符号量B'o(2)を式(19)によって求め

Ptmp=3について、インデックスL<sub>3,1</sub>に対応する値T(L<sub>3,1</sub>)とC<sub>3</sub>(1)=5とインデックスL<sub>3,2</sub>に対応する値T(L<sub>3,2</sub>)とC<sub>3</sub>(2)=4とインデックスL<sub>3,3</sub>に対応する値T(L<sub>3,3</sub>)とC<sub>3</sub>(3)=3を用いて、推定合計符号量B'o(3)を式(20)によって求め、

Ptmp=4について、インデックスL<sub>4,1</sub>に対応する値T(L<sub>4,1</sub>)とC<sub>4</sub>(1)=6とインデックスL<sub>4,2</sub>に対応する値T(L<sub>4,2</sub>)とC<sub>4</sub>(2)=5とインデックスL<sub>4,3</sub>に対応する値T(L<sub>4,3</sub>)とC<sub>4</sub>(3)=4とインデックスL<sub>4,4</sub>に対応する値T(L<sub>4,4</sub>)とC<sub>4</sub>(4)=3を用いて、推定合計符号量B'o(4)を式(21)によって求める。

【数22】

$$B'o(1) = \beta \times N + \frac{N}{2} \log_2(Eo(0)/N) + \frac{N}{2} \sum_{i=1}^1 T(L_{1,i}) + \sum_{i=1}^1 C_1(i) + \gamma(1) \quad \dots(18)$$

$$B'o(2) = \beta \times N + \frac{N}{2} \log_2(Eo(0)/N) + \frac{N}{2} \sum_{i=1}^2 T(L_{2,i}) + \sum_{i=1}^2 C_2(i) + \gamma(2) \quad \dots(19)$$

$$B'o(3) = \beta \times N + \frac{N}{2} \log_2(Eo(0)/N) + \frac{N}{2} \sum_{i=1}^3 T(L_{3,i}) + \sum_{i=1}^3 C_3(i) + \gamma(3) \quad \dots(20)$$

$$B'o(4) = \beta \times N + \frac{N}{2} \log_2(Eo(0)/N) + \frac{N}{2} \sum_{i=1}^4 T(L_{4,i}) + \sum_{i=1}^4 C_4(i) + \gamma(4) \quad \dots(21)$$

【0049】

実施例2におけるステップS2aの処理に続くステップ3以降の処理は、実施例1と同じである。実施例2によれば、参照テーブルからの表引きによって事前計算された対数演算結果を用いるから、対数演算の回数を低減できる。

【0050】

<変形例>

予め設定された範囲の一部に含まれる各予測次数を上限予測次数Ptmpとした場合のそれぞれについて本発明の予測次数決定方法を適用し、予め設定された範囲のうち上記一部以外に含まれる各予測次数を上限予測次数Ptmpとした場合のそれぞれについて従来の予測次数決定方法を適用してもよい。

【0051】

例えば、量子化部100,100aは、上限予測次数Ptmpが予め定めたPT次以下または

10

20

30

40

50

PT次より小さい（例えばPT=2）場合には本発明に則り推定符号量を見積もり、上限予測次数PtmpがPT次より大きいまたはPT次以上の場合には従来技術（例えば量子化ビットを一定とした方法）で推定符号量を見積もり、最小の推定符号量を与える最適次数POを決定し、最適次数POと量子化済PARCOR係数系列K'O=(K'O(1),K'O(2),...,K'O(PO))を出力する。

【0052】

<変形例の具体例1>

具体例1として実施例1の変形例を説明する。

実施例1のステップS1の処理に続いて、符号量推定部104が、[1]予め設定された範囲（1次～Pmax次）の一部（1次～PT次）に含まれる各予測次数を上限予測次数Ptmpとした場合のそれぞれについて、上限予測次数Ptmpの符号量（Ptmp）と、量子化済PARCOR係数の符号量と、当該量子化済PARCOR係数を用いて表される、入力信号（1フレーム当たりNサンプル）の線形予測残差のエントロピーによって推定される当該線形予測残差の符号量との合計符号量を式（11）を用いて求め、[2]予め設定された範囲（1次～Pmax次）のうち上記一部以外（PT+1次～Pmax次）に含まれる各予測次数を上限予測次数Ptmpとした場合のそれぞれについて、上限予測次数Ptmpの符号量（Ptmp）と、量子化済PARCOR係数の符号量と、量子化前の各PARCOR係数を用いて表される、入力信号（1フレーム当たりNサンプル）の線形予測残差のエントロピーによって推定される当該線形予測残差の符号量との合計符号量を式（10）を用いて求める（ステップS2b）。

実施例1のステップS1の処理での具体例を前提として説明すると、PT=2とし、上限予測次数Ptmp=tでの量子化済PARCOR係数K'O<sub>t</sub>(1),K'O<sub>t</sub>(2),...,K'O<sub>t</sub>(Ptmp)のそれぞれに対応する符号量をC<sub>t</sub>(1),C<sub>t</sub>(2),...,C<sub>t</sub>(Ptmp)として、符号量推定部104は、Ptmp=1について、3ビットのK'O<sub>1</sub>(1)を用いて、推定合計符号量B'O(1)を式（22）によって求め、

Ptmp=2について、4ビットのK'O<sub>2</sub>(1)と3ビットのK'O<sub>2</sub>(2)を用いて、推定合計符号量B'O(2)を式（23）によって求め、

Ptmp=3について、K'O(1)とK'O(2)とK'O(3)を用いて、推定合計符号量B'O(3)を式（24）によって求め、

Ptmp=4について、K'O(1)とK'O(2)とK'O(3)とK'O(4)を用いて、推定合計符号量B'O(4)を式（25）によって求める。

【数23】

$$B'O(1) = \beta \times N + \frac{N}{2} \log_2(E_O(0)/N) + \frac{N}{2} \sum_{i=1}^1 \log_2(1 - K'O_1(i)^2) + \sum_{i=1}^1 C_1(i) + \gamma(1) \quad \dots(22)$$

$$B'O(2) = \beta \times N + \frac{N}{2} \log_2(E_O(0)/N) + \frac{N}{2} \sum_{i=1}^2 \log_2(1 - K'O_2(i)^2) + \sum_{i=1}^2 C_2(i) + \gamma(2) \quad \dots(23)$$

$$B'O(3) = \beta \times N + \frac{N}{2} \log_2(E_O(0)/N) + \frac{N}{2} \sum_{i=1}^3 \log_2(1 - K'O_3(i)^2) + \sum_{i=1}^3 C_3(i) + \gamma(3) \quad \dots(24)$$

$$B'O(4) = \beta \times N + \frac{N}{2} \log_2(E_O(0)/N) + \frac{N}{2} \sum_{i=1}^4 \log_2(1 - K'O_4(i)^2) + \sum_{i=1}^4 C_4(i) + \gamma(4) \quad \dots(25)$$

【0053】

なお、式（22）から式（25）のそれぞれについても、上記近似式を用いた例1から近似式を用いた例4で説明したように、式（22）から式（25）のそれぞれを近似式に変更することができる。

【0054】

上記の変形例では、予測次数が低次の場合に本発明の予測次数決定方法を適用し予測次数が高次の場合に従来技術を適用したが、逆に予測次数が低次の場合に従来技術を適用し予測次数が高次の場合に本発明の予測次数決定方法を適用してもよい。具体的には、『[1]予め設定された範囲（1次～Pmax次）の一部（1次～PT次）に含まれる各予測次数を上限予測次数Ptmpとした場合のそれぞれについて』を『[1]予め設定された範囲（1次～Pmax次）の一部（PT+1次～Pmax次）に含まれる各予測次数を上限予測次数Ptmpとした場合のそれぞれについて』に読み替え、『[2]予め設定された範囲（1次～Pmax次）のう

10

20

30

40

50

ち上記一部以外（PT+1次～Pmax次）に含まれる各予測次数を上限予測次数 $P_{tmp}$ とした場合のそれぞれについて』を『[ 2 ] 予め設定された範囲（1次～Pmax次）のうち上記一部以外（1次～PT次）に含まれる各予測次数を上限予測次数 $P_{tmp}$ とした場合のそれぞれについて』に読み替えて理解すればよい。なお、当然ながら上記具体例の内容も変更されることに留意すること。

【 0 0 5 5 】

また、上限予測次数 $P_{tmp}$ が奇数の場合に本発明の予測次数決定方法を適用し上限予測次数 $P_{tmp}$ が偶数の場合に従来技術を適用してもよい。あるいは上限予測次数 $P_{tmp}$ が偶数の場合に本発明の予測次数決定方法を適用し上限予測次数 $P_{tmp}$ が奇数の場合に従来技術を適用してもよい。具体的には、『[ 1 ] 予め設定された範囲（1次～Pmax次）の一部（1次～PT次）に含まれる各予測次数を上限予測次数 $P_{tmp}$ とした場合のそれぞれについて』を『[ 1 ] 予め設定された範囲（1次～Pmax次）の一部（偶数次数）に含まれる各予測次数を上限予測次数 $P_{tmp}$ とした場合のそれぞれについて』に読み替え、『[ 2 ] 予め設定された範囲（1次～Pmax次）のうち上記一部以外（PT+1次～Pmax次）に含まれる各予測次数を上限予測次数 $P_{tmp}$ とした場合のそれぞれについて』を『[ 2 ] 予め設定された範囲（1次～Pmax次）のうち上記一部以外（奇数次数）に含まれる各予測次数を上限予測次数 $P_{tmp}$ とした場合のそれぞれについて』に読み替えて理解すればよい。あるいは、『[ 1 ] 予め設定された範囲（1次～Pmax次）の一部（1次～PT次）に含まれる各予測次数を上限予測次数 $P_{tmp}$ とした場合のそれぞれについて』を『[ 1 ] 予め設定された範囲（1次～Pmax次）の一部（奇数次数）に含まれる各予測次数を上限予測次数 $P_{tmp}$ とした場合のそれぞれについて』に読み替え、『[ 2 ] 予め設定された範囲（1次～Pmax次）のうち上記一部以外（PT+1次～Pmax次）に含まれる各予測次数を上限予測次数 $P_{tmp}$ とした場合のそれぞれについて』を『[ 2 ] 予め設定された範囲（1次～Pmax次）のうち上記一部以外（偶数次数）に含まれる各予測次数を上限予測次数 $P_{tmp}$ とした場合のそれぞれについて』に読み替えて理解すればよい。なお、当然ながら上記具体例の内容も変更されることに留意すること。

【 0 0 5 6 】

< 変形例の具体例 2 >

PARCOR係数系列 $KO = (KO(1), KO(2), \dots, KO(Pmax))$ が量子化部 1 0 0 に入力されると、まず、係数量子化部 1 0 2 は、『[ 1 ] Pmaxが予め定められた値PT以下あるいはPTより小さい場合に、予測次数に応じて予め定められたビット数で各PARCOR係数 $K(1), K(2), \dots, K(Pmax)$ を量子化して量子化済PARCOR係数 $K'(1), K'(2), \dots, K'(Pmax)$ を求め、『[ 2 ] Pmaxが予め定められた値PTより大きいあるいはPT以上である場合に、各PARCOR係数 $K(1), K(2), \dots, K(PT)$ を予測次数に応じて予め定められたビット数で量子化して量子化済PARCOR係数 $K'(1), K'(2), \dots, K'(PT)$ を求める（ステップS1c）。

例えば、上限予測次数 $P_{tmp}=t$ での量子化済PARCOR係数を $K'O_t(1), K'O_t(2), \dots, K'O_t(P_{tmp})$ とし、PT=3とし、上限予測次数 $P_{tmp}=1$ の場合に $K'O_1(1)$ が3ビットで表され、上限予測次数 $P_{tmp}=2$ の場合に $K'O_2(1)$ が4ビットで、 $K'O_2(2)$ が3ビットで表され、上限予測次数 $P_{tmp}=PT=3$ の場合に $K'O_3(1)$ が5ビットで、 $K'O_3(2)$ が4ビットで、 $K'O_3(3)$ が3ビットで表されるとした場合、係数量子化部 1 0 2 は、

Pmax=2の場合、

$P_{tmp}=1$ について、 $KO(1)$ を3ビットで量子化して $K'O_1(1)$ を求め、

$P_{tmp}=2$ について、 $KO(1)$ を4ビットで量子化して $K'O_2(1)$ を求め、 $KO(2)$ を3ビットで量子化して $K'O_2(2)$ を求め、

Pmax=4の場合、

$P_{tmp}=1$ について、 $KO(1)$ を3ビットで量子化して $K'O_1(1)$ を求め、

$P_{tmp}=2$ について、 $KO(1)$ を4ビットで量子化して $K'O_2(1)$ を求め、 $KO(2)$ を3ビットで量子化して $K'O_2(2)$ を求め、

$P_{tmp}=3$ について、 $KO(1)$ を5ビットで量子化して $K'O_3(1)$ を求め、 $KO(2)$ を4ビットで量子化して $K'O_3(2)$ を求め、 $KO(3)$ を3ビットで量子化して $K'O_3(3)$ を求める。

## 【 0 0 5 7 】

次に、符号量推定部 1 0 4 が、上記 [ 1 ] の場合、1 次から Pmax 次までの各予測次数を上限予測次数 Ptmp とした場合のそれぞれについて、上限予測次数 Ptmp の符号量 ( Ptmp ) と、量子化済 PARCOR 係数  $K'(1)$ ,  $K'(2)$ , ...,  $K'(Ptmp)$  の符号量と、当該量子化済 PARCOR 係数  $K'(1)$ ,  $K'(2)$ , ...,  $K'(Ptmp)$  を用いて表される、入力信号の線形予測残差のエントロピー (式 (26) 参照) によって推定される当該線形予測残差の符号量との合計符号量を求め、上記 [ 2 ] の場合、1 次から PT 次までの各予測次数を上限予測次数 Ptmp とした場合のそれぞれについては上記 [ 1 ] に従って、PT+1 次から Pmax 次までの各予測次数を上限予測次数 Ptmp とした場合のそれぞれについては、上限予測次数 Ptmp の符号量 ( Ptmp ) と、量子化済 PARCOR 係数  $K'(1)$ ,  $K'(2)$ , ...,  $K'(PT)$  の符号量と、各 PARCOR 係数  $K(PT+1)$ , ...,  $K(Ptmp)$  を固定ビット長で量子化した場合の符号量と、量子化済 PARCOR 係数  $K'(1)$ ,  $K'(2)$ , ...,  $K'(PT)$  および各 PARCOR 係数  $K(PT+1)$ , ...,  $K(Ptmp)$  を用いて表される、入力信号の線形予測残差のエントロピー (式 (27) 参照) によって推定される当該線形予測残差の符号量との合計符号量を求める (ステップ S 2 c)。

10

## 【 数 2 4 】

$$B'_{\circ}(Ptmp) = \beta \times N + \frac{N}{2} \log_2(E_{\circ}(0)/N) + \frac{N}{2} \sum_{i=1}^{Ptmp} \log_2(1 - K'_{\circ}(i)^2) + \sum_{i=1}^{Ptmp} C(i) + \gamma(Ptmp) \quad \dots(26)$$

$$B'_{\circ}(Ptmp) = \beta \times N + \frac{N}{2} \log_2(E_{\circ}(0)/N) + \frac{N}{2} \sum_{i=1}^{PT} \log_2(1 - K'_{\circ}(i)^2) + \frac{N}{2} \sum_{i=PT+1}^{Ptmp} \log_2(1 - K_{\circ}(i)^2) + \sum_{i=1}^{Ptmp} C(i) + \gamma(Ptmp) \quad \dots(27)$$

20

## 【 0 0 5 8 】

なお、式 (26) および式 (27) についても、上記 近似式を用いた例 1 から 近似式を用いた例 4 で説明したように、式 (26) および式 (27) を近似式に変更することができる。

## 【 0 0 5 9 】

ステップ S 1 c の処理での具体例を前提として説明すると、上限予測次数 Ptmp=t での量子化済 PARCOR 係数  $K'_{\circ}(1)$ ,  $K'_{\circ}(2)$ , ...,  $K'_{\circ}(Ptmp)$  のそれぞれに対応する符号量を  $C_t(1)$ ,  $C_t(2)$ , ...,  $C_t(Ptmp)$  とし、符号量推定部 1 0 4 は、

30

Pmax=2 の場合、

Ptmp=1 について、3 ビットの  $K'_{\circ}(1)$  と  $C_1(1)=3$  を用いて、推定合計符号量  $B'_{\circ}(1)$  を式 (28) によって求め、

Ptmp=2 について、4 ビットの  $K'_{\circ}(1)$  と  $C_2(1)=4$  と 3 ビットの  $K'_{\circ}(2)$  と  $C_2(2)=3$  を用いて、推定合計符号量  $B'_{\circ}(2)$  を式 (29) によって求め、

Pmax=4 の場合、

Ptmp=1 について、3 ビットの  $K'_{\circ}(1)$  と  $C_1(1)=3$  を用いて、推定合計符号量  $B'_{\circ}(1)$  を式 (28) によって求め、

Ptmp=2 について、4 ビットの  $K'_{\circ}(1)$  と  $C_2(1)=4$  と 3 ビットの  $K'_{\circ}(2)$  と  $C_2(2)=3$  を用いて、推定合計符号量  $B'_{\circ}(2)$  を式 (29) によって求め、

40

Ptmp=3 について、5 ビットの  $K'_{\circ}(1)$  と  $C_3(1)=5$  と 4 ビットの  $K'_{\circ}(2)$  と  $C_3(2)=4$  と 3 ビットの  $K'_{\circ}(3)$  と  $C_3(3)=3$  を用いて、推定合計符号量  $B'_{\circ}(3)$  を式 (30) によって求め、

Ptmp=Pmax=4 について、 $K_{\circ}(4)$  と  $C_4(4)$  と 5 ビットの  $K'_{\circ}(1)$  と  $C_4(1)=5$  と 4 ビットの  $K'_{\circ}(2)$  と  $C_4(2)=4$  と 3 ビットの  $K'_{\circ}(3)$  と  $C_4(3)=3$  を用いて、推定合計符号量  $B'_{\circ}(4)$  を式 (31) によって求める。

【数 2 5】

$$B'_{\circ}(1) = \beta \times N + \frac{N}{2} \log_2(E_{\circ}(0)/N) + \frac{N}{2} \sum_{i=1}^1 \log_2(1 - K'_{\circ_1}(i)^2) + \sum_{i=1}^1 C_1(i) + \gamma(1) \quad \dots(28)$$

$$B'_{\circ}(2) = \beta \times N + \frac{N}{2} \log_2(E_{\circ}(0)/N) + \frac{N}{2} \sum_{i=1}^2 \log_2(1 - K'_{\circ_2}(i)^2) + \sum_{i=1}^2 C_2(i) + \gamma(2) \quad \dots(29)$$

$$B'_{\circ}(3) = \beta \times N + \frac{N}{2} \log_2(E_{\circ}(0)/N) + \frac{N}{2} \sum_{i=1}^3 \log_2(1 - K'_{\circ_3}(i)^2) + \sum_{i=1}^3 C_3(i) + \gamma(3) \quad \dots(30)$$

$$B'_{\circ}(4) = \beta \times N + \frac{N}{2} \log_2(E_{\circ}(0)/N) + \frac{N}{2} \sum_{i=1}^3 \log_2(1 - K'_{\circ_4}(i)^2) + \frac{N}{2} \sum_{i=4}^4 \log_2(1 - K_{\circ}(i)^2) + \sum_{i=1}^4 C_4(i) + \gamma(4) \quad \dots(31)$$

10

【0060】

なお、式(28)から式(31)のそれぞれについても、上記近似式を用いた例1から近似式を用いた例4で説明したように、式(28)から式(31)のそれぞれを近似式に変更することができる。

【0061】

次に、予測次数決定部106は、ステップS2cの処理で得られた推定合計符号量のうち最小の合計符号量を与えるときの予測次数を決定する(ステップS3)。

ステップS2cの処理での具体例を前提として説明すると、予測次数決定部106は、ステップS2cの処理で得られた推定合計符号量 $B'_{\circ}(1)$ 、 $B'_{\circ}(2)$ 、 $B'_{\circ}(3)$ 、 $B'_{\circ}(4)$ のうち最小の合計符号量が $B'_{\circ}(4)$ であるならば、 $B'_{\circ}(4)$ を与えたときの予測次数4を最適予測次数 $P_0$ として決定する。

20

【0062】

そして、量子化部100は、最適予測次数 $P_0$ と、最適予測次数 $P_0$ に対応するステップS1cの処理で得られた量子化済PARCOR係数の系列 $K'_{\circ} = (K'_{\circ}(1), K'_{\circ}(2), \dots, K'_{\circ}(P_0))$ を出力する。なお、 $P_0 > P_T$ あるいは $P_0 = P_T$ の場合、ステップS1cの処理でPARCOR係数 $K(P_T+1), \dots, K(P_0)$ は量子化されていないので、PARCOR係数 $K(P_T+1), \dots, K(P_0)$ を固定ビット長で量子化して量子化済PARCOR係数 $K'(P_T+1), \dots, K'(P_0)$ を求めてから、量子化済PARCOR係数の系列 $K'_{\circ} = (K'_{\circ}(1), K'_{\circ}(2), \dots, K'_{\circ}(P_0))$ を出力することになる。

30

【0063】

以上の実施形態の他、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、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。

例えば、PARCOR係数 $K'_{\circ}(i)$ を表すビット数は、8に限らず32や16でもよい。

【0064】

本発明の予測次数決定方法は、コンピュータの記録部に、本発明の各機能構成部としてコンピュータを動作させるプログラムを読み込ませ、処理部、入力部、出力部などを動作させることで、コンピュータに実行させることができる。また、コンピュータに読み込ませる方法としては、プログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録しておき、記録媒体からコンピュータに読み込ませる方法、サーバ等に記録されたプログラムを、電気通信回線等を通じてコンピュータに読み込ませる方法などがある。

40

【 図 1 】

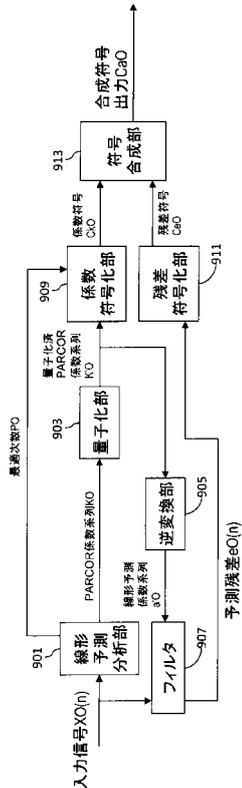


図1

【 図 2 】

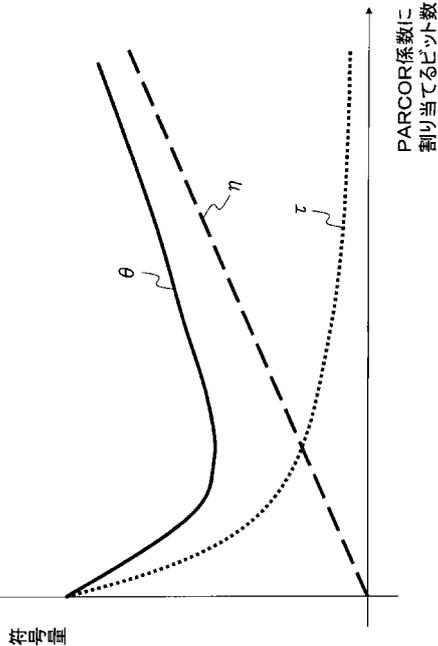


図2

【 図 3 】

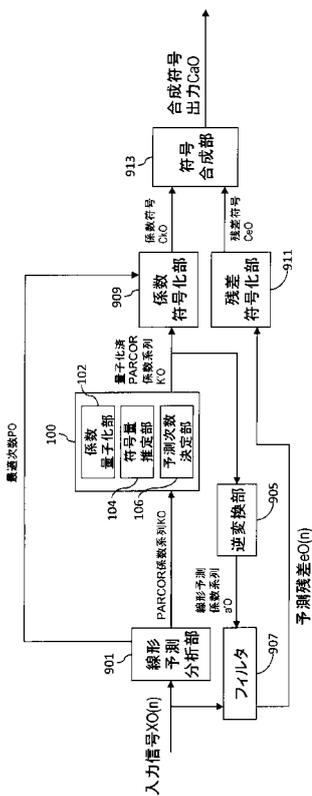


図3

【 図 4 】

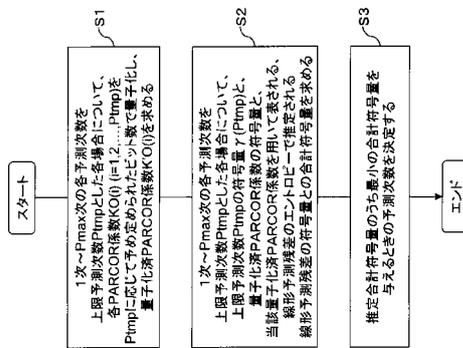


図4

【 図 5 】

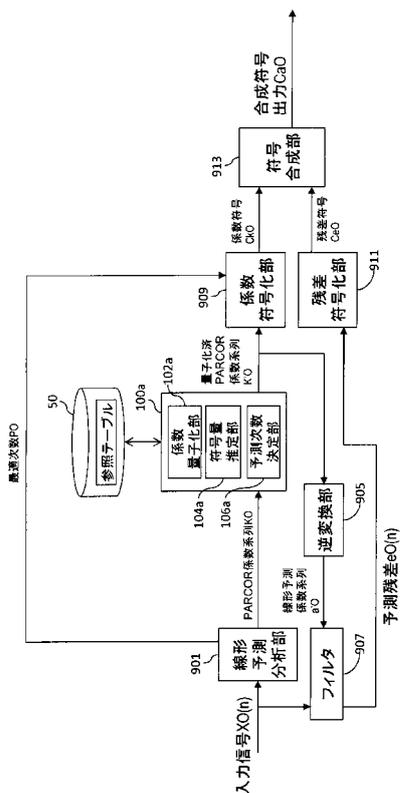


図5

【 図 6 】

j	I(j)
L(1)	-3.36
L(2)	-1.47
L(3)	-0.97
L(4)	-0.64
⋮	⋮
L(n)	-0.14

図6

【 図 7 】

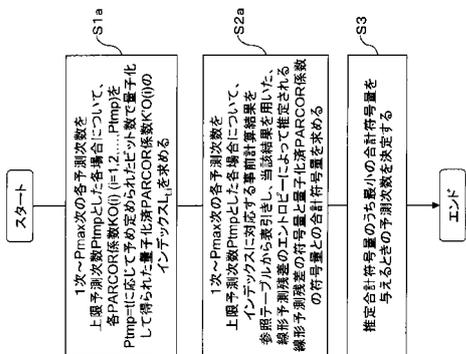


図7

【 図 8 】

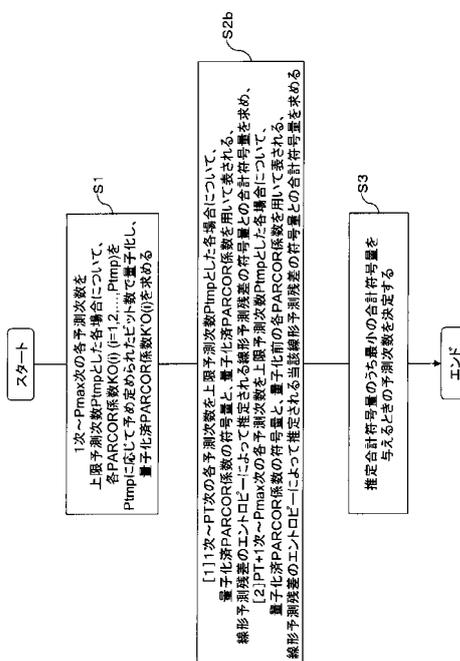


図8

【 図 9 】

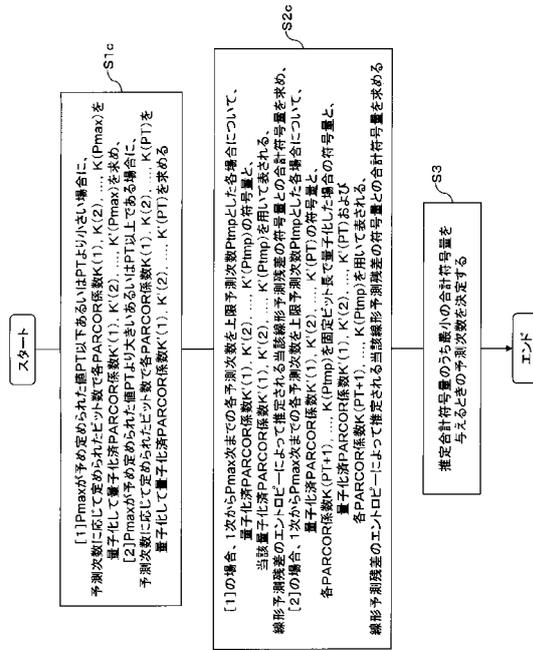


図9

---

フロントページの続き

(72)発明者 守谷 健弘

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 井上 健一

(56)参考文献 特開2009-069309(JP,A)

特開2007-279385(JP,A)

特開2007-318691(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10L 19/00 - 19/14

G10L 25/12

H03M 7/30 - 7/50