

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4511094号
(P4511094)

(45) 発行日 平成22年7月28日(2010.7.28)

(24) 登録日 平成22年5月14日(2010.5.14)

(51) Int.Cl.

G 1 O L 19/14 (2006.01)
G 1 O L 19/08 (2006.01)

F 1

G 1 O L 19/14 4 O O F
G 1 O L 19/08 F

請求項の数 20 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2001-511670 (P2001-511670)
 (86) (22) 出願日 平成12年7月19日 (2000.7.19)
 (65) 公表番号 特表2003-524796 (P2003-524796A)
 (43) 公表日 平成15年8月19日 (2003.8.19)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2000/019672
 (87) 國際公開番号 WO2001/006495
 (87) 國際公開日 平成13年1月25日 (2001.1.25)
 審査請求日 平成19年7月18日 (2007.7.18)
 (31) 優先権主張番号 09/356,755
 (32) 優先日 平成11年7月19日 (1999.7.19)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 595020643
 クアアルコム・インコーポレイテッド
 Q U A L C O M M I N C O R P O R A T
 E D
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92
 1 2 1 - 1 7 1 4 、サン・ディエゴ、モア
 ハウス・ドライブ 5775
 (74) 代理人 100058479
 弁理士 鈴江 武彦
 (74) 代理人 100084618
 弁理士 村松 貞男
 (74) 代理人 100092196
 弁理士 橋本 良郎
 (74) 代理人 100095441
 弁理士 白根 俊郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】音声コーダにおける線スペクトル情報量子化方法を交錯するための方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フレームを解析し、それに基づき線スペクトル情報符号ベクトルを発生するよう形成された線形予測フィルタと、そして

線形予測フィルタと結合し、非移動平均予測に基づいたベクトル量子化手法を使用する第1のベクトル量子化手法で、線スペクトル情報ベクトルをベクトル量子化するよう形成されている量子化器とを含み、

量子化器は、さらに第1の手法のために等価移動平均符号ベクトルを計算するように構成され、

音声コーダによって前に処理されたフレームの予め設定された数に関する符号ベクトルの移動平均コードブックを等価移動平均符号ベクトルで更新し、

更新された移動平均コードブックのメモリに基づいて第2の手法のための目標量子化ベクトルを計算し、

量子化された目標符号ベクトルを発生するために、移動平均予測に基づいた方法を使用している第2のベクトル量子化手法で目標量子化ベクトルをベクトル量子化し、

第2のベクトル量子化手法は移動平均予測に基づく方法を使用し、

量子化された目標符号ベクトルで移動平均コードブックのメモリを更新し、

そして量子化された目標符号ベクトルから、量子化された線スペクトル情報ベクトルを計算する、

音声コーダ。

10

20

【請求項 2】

フレームが音声のフレームである請求項 1 の音声コーダ。

【請求項 3】

フレームが線形予測残留のフレームである請求項 1 の音声コーダ。

【請求項 4】

目標量子化ベクトルは、方程式

【数 1】

$$U_M^n = \left\{ U_M^n = \frac{(L_M^n - \alpha_1^n \hat{U}_{M-1}^n - \alpha_2^n \hat{U}_{M-2}^n - \cdots - \alpha_P^n \hat{U}_{M-P}^n)}{\alpha_0^n}; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

10

に従って計算され、ここで

【数 2】

$$\{ \hat{U}_{M-1}^n, \hat{U}_{M-2}^n, \dots, \hat{U}_{M-P}^n; n = 0, 1, \dots, N-1 \}$$

は、このフレームのすぐ前に処理された予め設定された数のフレームの線スペクトル情報
パラメータに対応しているコードブック記載内容であり、そして

20

【数 3】

$$\{ \alpha_1^n, \alpha_2^n, \dots, \alpha_P^n; n = 0, 1, \dots, N-1 \}$$

は、

【数 4】

$$\{ \alpha_0^n + \alpha_1^n +, \dots, \alpha_P^n = 1; n = 0, 1, \dots, N-1 \}$$

30

であるような、それぞれのパラメータ加重値である、請求項 1 の音声コーダ。

【請求項 5】

量子化された線スペクトル情報ベクトルは方程式

【数 5】

$$\hat{L}_M = \left\{ \hat{L}_M^n = \alpha_0^n \hat{U}_M^n + \alpha_1^n \hat{U}_{M-1}^n + \cdots + \alpha_P^n \hat{U}_{M-P}^n; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

に従って計算され、ここで

【数 6】

$$\{ \hat{U}_{M-1}^n, \hat{U}_{M-2}^n, \dots, \hat{U}_{M-P}^n; n = 0, 1, \dots, N-1 \}$$

40

は、このフレームのすぐ前に処理された予め設定されたフレーム数の、線スペクトル情報
パラメータに対応したコードブック記載内容であり、そして

【数 7】

$$\{ \alpha_1^n, \alpha_2^n, \dots, \alpha_P^n; n = 0, 1, \dots, N-1 \}$$

は、

50

【数 8】

$$\left\{ \alpha_0^n + \alpha_1^n +, \dots, \alpha_p^n = 1; n = 0, 1, \dots, N - 1 \right\}$$

であるような、それぞれのパラメータ加重値である、請求項 1 の音声コーダ。

【請求項 6】

等価移動平均符号ベクトルは、方程式

【数 9】

$$\tilde{u}_{M-K} = \left\{ \tilde{u}_{M-K}^n - \frac{f_{M-K}^n - \beta_1^n \tilde{u}_{M-K-1}^n - \beta_2^n \tilde{u}_{M-K-2}^n - \dots - \beta_R^n \tilde{u}_{M-K-R}^n}{\beta_0^n}; n = 0, 1, \dots, N - 1 \right\} \quad 10$$

に従って計算され、ここで

【数 10】

$$\left\{ \beta_1^n, \beta_2^n, \dots, \beta_p^n; n = 0, 1, \dots, N - 1 \right\}$$

は、それぞれ

【数 11】

$$\left\{ \beta_0^n + \beta_1^n +, \dots, \beta_p^n = 1; n = 0, 1, \dots, N - 1 \right\}$$

であるような、等価移動平均符号ベクトル要素の加重値であり、そしてそこに

【数 12】

$$\left\{ \tilde{u}_{-1}, \tilde{u}_{-2}, \dots, \tilde{u}_{-p} \right\}$$

の初期条件が確立されている、請求項 1 の音声コーダ。

【請求項 7】

音声コーダが、無線通信システムの加入者ユニット内にある、請求項 1 の音声コーダ。

【請求項 8】

第 1 の、そして第 2 の量子化ベクトル量子化手法を用いた、フレームの線スペクトル情報ベクトルのベクトル量子化の方法であって、第 1 の手法は非移動平均予測に基づいたベクトル量子化方法を用いており、第 2 の手法は、移動平均予測に基づいたベクトル量子化方法を用いており、この方法は、

第 1 のベクトル量子化手法によって線スペクトル情報ベクトルのベクトル量子化を行

、

第 1 の手法のための等価移動平均符号ベクトルを計算し、

前に処理されたフレームの予め設定された数に関する符号ベクトルの移動平均コードブックのメモリを等価移動平均符号ベクトルで更新し、

更新された移動平均コードブックメモリに基づいて第 2 の手法のための目標量子化ベクトルを計算し、

量子化された目標符号ベクトルを発生するために、第 2 のベクトル量子化手法を用いて目標量子化ベクトルをベクトル量子化し、

移動平均コードブックのメモリを量子化された目標符号ベクトルで更新し、そして

量子化された目標符号ベクトルから量子化された線スペクトル情報ベクトルを導出するステップを含む方法。

【請求項 9】

10

20

30

40

50

フレームが音声のフレームである請求項 8 の方法。

【請求項 10】

フレームが線形予測残留のフレームである請求項 8 の方法。

【請求項 11】

計算ステップが、方程式

【数 13】

$$U_M^n = \left\{ U_M^n = \frac{(L_M^n - \alpha_1^n \hat{U}_{M-1}^n - \alpha_2^n \hat{U}_{M-2}^n - \cdots - \alpha_P^n \hat{U}_{M-P}^n)}{\alpha_0^n}; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

10

に従って、目標量子化を計算することを含み、ここで

【数 14】

$$\left\{ \hat{U}_{M-1}^n, \hat{U}_{M-2}^n, \dots, \hat{U}_{M-P}^n; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

は、このフレームのすぐ前に処理された予め設定された数のフレームに関する、線スペクトル情報パラメータに対応したコードブック記載内容であり、そして

【数 15】

$$\left\{ \alpha_1^n, \alpha_2^n, \dots, \alpha_P^n; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

20

は、

【数 16】

$$\left\{ \alpha_0^n + \alpha_1^n +, \dots, \alpha_P^n = 1; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

であるような、それぞれのパラメータ加重値である、請求項 8 の方法。

30

【請求項 12】

導出ステップが、方程式

【数 17】

$$\hat{L}_M \equiv \left\{ \hat{L}_M^n = \alpha_0^n \hat{U}_M^n + \alpha_1^n \hat{U}_{M-1}^n + \cdots + \alpha_P^n \hat{U}_{M-P}^n; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

に従って量子化された線スペクトル情報ベクトルを導出することを含み、

【数 18】

$$\left\{ \hat{U}_{M-1}^n, \hat{U}_{M-2}^n, \dots, \hat{U}_{M-P}^n; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

40

は、このフレームのすぐ前に処理されたフレームの予め設定された数の線スペクトル情報パラメータに対応したコードブック記載内容であり、そして

【数 19】

$$\left\{ \alpha_1^n, \alpha_2^n, \dots, \alpha_P^n; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

50

は、

【数20】

$$\left\{ \alpha_0^n + \alpha_1^n +, \dots, \alpha_p^n = 1; n = 0, 1, \dots, N - 1 \right\}$$

であるような、それぞれのパラメータ重みづけである、請求項8の方法。

【請求項13】

計算ステップが、方程式

【数21】

10

$$\tilde{U}_{M-K} = \left\{ \tilde{U}_{M-K}^n = \frac{(f_{M-R}^n - \beta_1^n \tilde{U}_{M-K-1}^n - \beta_2^n \tilde{U}_{M-K-2}^n - \dots - \beta_R^n \tilde{U}_{M-K-R}^n)}{\beta_0^n}; n = 0, 1, \dots, N - 1 \right\}$$

に従って、等価移動平均符号ベクトルを計算することを含み、ここで、

【数22】

$$\left\{ \beta_1^n, \beta_2^n, \dots, \beta_p^n; n = 0, 1, \dots, N - 1 \right\}$$

20

は、それぞれ、

【数23】

$$\left\{ \beta_0^n + \beta_1^n +, \dots, \beta_p^n = 1; n = 0, 1, \dots, N - 1 \right\}$$

であるような、等価移動平均符号ベクトル要素の加重値であり、そしてそこで

【数24】

$$\left\{ \tilde{U}_{-1}, \tilde{U}_{-2}, \dots, \tilde{U}_{-P} \right\}$$

30

の初期条件が確立される、請求項8の方法。

【請求項14】

非移動平均予測に基づいたベクトル量子化方法を用いる第1のベクトル量子化手法を用いて、フレームの線スペクトル情報ベクトルをベクトル量子化する手段と、

第1の手法のための等価移動平均符号ベクトルを計算する手段と、

音声コーダによって前に処理された、予め設定された数のフレームに関する符号ベクトルの移動平均コードブックのメモリを、等価移動平均符号ベクトルで更新する手段と、

更新された移動平均コードブックのメモリに基づいて、第2の手法のための目標量子化ベクトルを計算する手段と、

量子化された目標符号ベクトルを発生するために、第2のベクトル量子化手法で、目標量子化ベクトルをベクトル量子化する手段と、

移動平均コードブックのメモリを、量子化された目標符号ベクトルで更新するための手段と、そして

量子化された目標符号ベクトルから、量子化された線スペクトル情報ベクトルを導出する手段とを含む音声コーダ。

【請求項15】

フレームが音声のフレームである請求項14の音声コーダ。

【請求項16】

40

50

フレームが、線形予測残留のフレームである請求項 1 4 の音声コーダ。

【請求項 1 7】

目標量子化が、方程式

【数 2 5】

$$U_M^n = \left\{ U_M^n = \frac{(L_M^n - \alpha_1^n \hat{U}_{M-1}^n - \alpha_2^n \hat{U}_{M-2}^n - \cdots - \alpha_P^n \hat{U}_{M-P}^n)}{\alpha_0^n}; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

に従って計算され、ここで

10

【数 2 6】

$$\left\{ \hat{U}_{M-1}^n, \hat{U}_{M-2}^n, \dots, \hat{U}_{M-P}^n; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

は、このフレームのすぐ前に処理された予め設定された数のフレームに関する、線スペクトル情報パラメータに対応したコードブック記載事項であり、そして

【数 2 7】

$$\left\{ \alpha_1^n, \alpha_2^n, \dots, \alpha_P^n; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

20

は、

【数 2 8】

$$\left\{ \alpha_0^n + \alpha_1^n + \cdots + \alpha_P^n = 1; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

であるような、それぞれのパラメータ加重値である、請求項 1 4 の音声コーダ。

【請求項 1 8】

30

量子化された線スペクトル情報ベクトルが、方程式

【数 2 9】

$$\hat{L}_M = \left\{ \hat{L}_M^n = \alpha_0^n \hat{U}_M^n + \alpha_1^n \hat{U}_{M-1}^n + \cdots + \alpha_P^n \hat{U}_{M-P}^n; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

に従って導出され、ここで

【数 3 0】

$$\left\{ \hat{U}_{M-1}^n, \hat{U}_{M-2}^n, \dots, \hat{U}_{M-P}^n; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

40

は、このフレームのすぐ前に処理された予め設定された数のフレームに関する、線スペクトル情報パラメータに対応したコードブック記載内容であり、そして

【数 3 1】

$$\left\{ \alpha_1^n, \alpha_2^n, \dots, \alpha_P^n; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

は、

【数32】

$$\left\{ \alpha_0^n + \alpha_1^n + \cdots + \alpha_p^n = 1; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

であるような、それぞれのパラメータの加重値である、請求項14の音声コーダ。

【請求項19】

等価移動平均符号ベクトルが方程式

【数33】

$$\tilde{U}_{M-K} = \left\{ \tilde{U}_{M-K}^n = \frac{(i_{M-K}^n - \beta_1^n \tilde{U}_{M-K-1}^n - \beta_2^n \tilde{U}_{M-K-2}^n - \cdots - \beta_K^n \tilde{U}_{M-K-P}^n)}{\beta_0^n}; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

に従って計算され、ここで、

【数34】

$$\left\{ \beta_1^n, \beta_2^n, \dots, \beta_p^n; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

は、それぞれ、

【数35】

$$\left\{ \beta_0^n + \beta_1^n + \cdots + \beta_p^n = 1; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

であるような、等価移動平均符号ベクトル要素の加重値であり、そしてそこで

【数36】

$$\left\{ \tilde{U}_{-1}, \tilde{U}_{-2}, \dots, \tilde{U}_{-P} \right\}$$

の初期条件が確立される、請求項14の音声コーダ。

【請求項20】

音声コーダが、無線通信システムの加入者ユニット内にある、請求項14の音声コーダ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は一般的に音声処理、そしてより明確には音声コーダにおいて、線スペクトル情報を量子化するための方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

デジタル技術による音声の伝送は、とくに長距離およびデジタル無線電話応用において広く使用されている。このことは、ひき続いて再構成された音声の認識された品質を維持しながら、チャネルに送ることのできる情報の最小量を決定することに関する、関心をひき起こしてきている。もしも音声が単にサンプリングおよびディジタル化によって伝送されるならば、現在のアナログ電話の音声品質に到達するためには、64キロビット/秒(kbps)のオーダーのデータレートが必要である。しかしながら、適切な符号化、伝送、そして受信機における再組立に続く音声解析の使用によって、データレートの大

10

20

30

40

50

きな減少が達成可能である。

【0003】

音声を圧縮するためのデバイスは、通信の多くの分野において使用されている。典型的な分野は無線通信である。無線通信の分野は、たとえばコードレス電話、ペーディング、無線ローカルループ、セルラおよびP C S電話システムのような無線電話、移動インターネットプロトコル電話、そして衛星通信システムなど多くの応用を含んでいる。とくに重要な応用は移動加入者に対する無線電話である。

【0004】

たとえば、周波数分割マルチプルアクセス（F D M A）、時間分割マルチプルアクセス（T D M A）、そしてコード分割マルチプルアクセス（C D M A）を含む無線通信システムに対する、種々の空間に対するインターフェースが開発されてきている。それに関連して、たとえばアドバンスドモービルホンサービス（A M P S）、グローバルシステムフォーモービルコミュニケーションズ（G S M）、そして暫定標準95（I S 95）を含む種々の国内および国際規格が制定されてきている。典型的な無線電話通信システムは、コード分割マルチプルアクセス（C D M A）システムである。I S 95規格およびその派生規格、I S 95 A、A N S I J S T D 0 0 8、I S 95 B、提案されている第3世代の規格I S 95 CおよびI S 2 0 0 0等（ここではまとめてI S 95として参照する）は、通信機械工業会（T I A）および他の有名な規格団体によって、セルラあるいはP C S電話通信システムに対する、C D M Aの空間に対するインターフェースの使用を明確に述べるために発布されている。I S 95規格の使用に従って、実質的に形成された典型的な無線通信システムは、米国特許5,103,459および4,901,307に記述されており、これらの特許は、本発明の譲渡人に譲渡され、参照によって完全に本発明に組み入れられている。

10

20

30

【0005】

人間の音声発生の模型に関するパラメータを抽出することによって、音声を圧縮する手法を用いたデバイスは、音声コーダと呼ばれる。音声コーダは、到来音声信号を時間のブロック、あるいは解析フレームに分割する。音声コーダは、典型的には符号器および復号器を含む。符号器は正確な、適切なパラメータを抽出するために到来音声フレームを分析し、そしてそこで、パラメータをバイナリ表現に、すなわち、ビットの組み合わせすなわちバイナリデータパケットに量子化する。データパケットは、通信チャネルを通して受信機そして復号器に送信される。復号器はデータパケットを処理し、それらをパラメータが発生するように非量子化（unquantize）し、そして、その非量子化されたパラメータを用いて音声フレームに再組立する。

【0006】

音声コーダの機能は、ディジタル化された音声信号を、音声に固有の自然な冗長度のすべてを除くことによって、低いビットレートの信号に圧縮することである。ディジタル圧縮は入力音声フレームを、パラメータの組み合わせで表現することによって、またパラメータをビットの組み合わせで表現するために量子化を用いることによって達成される。もしも入力音声フレームがビット数 N_i を有し、オンセイコーダによって作られたデータパケットがビット数 N_r を有するならば、音声コーダによって達成された圧縮係数は、 $C_r = N_i / N_r$ である。課題は、目標圧縮係数を達成する一方で、復号化された音声の高い音声品質を保つことである。音声コーダの特性は、（1）いかに適切に、音声モデル、あるいは上に述べた解析と組立過程の組み合わせを実行するか、そして、（2）フレームあたり N_r ビットの目標ビットレートにおいて、いかに適切に、パラメータ量子化過程が実行されるか、にかかっている。このように、音声モデルの目標は、各フレームに対して小さなパラメータ組み合わせで、音声信号の本質、あるいは目標とする音声品質をとらえることである。

40

【0007】

多分音声コーダの設計において最も重要なものは、音声信号を記述するための適切なパラメータの組み合わせ（ベクトルを含む）に対する研究である。パラメータの適切な組み合

50

わせは、知覚的に正確な音声信号の再構成に対して、低いシステム帯域幅を要求する。ピッチ、信号パワー、スペクトル包絡（すなわちフォルマント）、振幅そして位相スペクトルは、音声符号化パラメータの例である。

【0008】

音声コーダは、一度に音声の小さいセグメント（典型的に5ミリ秒（ms）サブフレーム）を符号化する高時間分解能処理を用いることによって、時間領域音声波形を捕捉することを試みている、時間領域コーダとして実施されるかもしれない。各サブフレームに対して、コードブックスペースからの高精度標本が、この業界ではよく知られている種々の探索アルゴリズムによって見いだされる。あるいは音声コーダは、パラメータ（解析）の組み合わせからなる入力音声フレームの短期間の音声スペクトルを捕捉することを試み、そしてスペクトルパラメータから音声波形を再生するのに対応する組立過程を用いている、周波数領域コーダとして実施されるかもしれない。パラメータ量子化器は、A. Gershho & R. M. Gray、「ベクトル量子化および信号圧縮」（1992）に記述されている、よく知られた量子化手法に従って、符号ベクトルの蓄えられた表現でそれらを表現することによってパラメータを保存する。

10

【0009】

よく知られた時間領域音声コーダは、L. B. Rabiner & R. W. Schafer、「音声信号のデジタル処理」396 453（1978）に記述されたコードエキサイテッドリニアプレディクティブ（CELP）コーダである。そしてそれは参照によって本発明に完全に組み込まれている。CELPコーダにおいて、音声信号内の短期間相關すなわち冗長性は、短期間フォルマントフィルタの係数を探す、線形予測解析によって除去される。短期間予測フィルタの到来音声フレームへの適用は線形予測残留信号を発生し、そしてそれは、さらに長期間予測フィルタパラメータおよびこれに続く確率コードブックによってさらにモデル化され量子化される。このように、CELP符号化は、時間領域音声波形を符号化するタスクを、線形予測短期間フィルタ係数を符号化するタスクと、線形予測残留を符号化するタスクとに分割する。時間領域符号化は固定されたレート（すなわち各フレームに対して同じビット数N。を用いて）で、あるいは種々のレート（この場合はフレーム内容の異なった形式に対して異なったビットレートが用いられる）で、実行することができる。可変レート符号器は、コーデックパラメータを、目標品質を得るのに適切なレベルに、符号化するのに必要な、ビット量のみを用いることを試みている。典型的な可変レートCELPコーダは、本発明の譲渡人に譲渡され、そして参照によって本発明に完全に組み入れられている、米国特許5,414,796に記述されている。

20

【0010】

CELPコーダのような時間領域コーダは、典型的に時間領域音声波形の精度を保つために、高いフレームあたりのビット数N。に頼っている。このようなコーダは典型的に、比較的高い（たとえば8 kbpsあるいはそれ以上）フレームあたりのビット数N。によって与えられる非常に優れた音声品質を備えている。しかしながら、低いビットレート（4 kbpsあるいはそれ以下）においては、時間領域コーダは利用できるビット数が制限されることによって高い品質と強い機能とを保つことができない。低いビットレートにおいて、制限されたコードブックスペースは、従来の時間領域コーダにおける、より高いレートの商業用途にうまく展開している波形整合能力を切り落とす。このため、絶えざる改善にもかかわらず、低いビットレートで動作している多くのCELP符号化システムは、典型的に雑音と特性づけられる、知覚的に大きな歪みを受ける。

30

【0011】

現在、中位から低いビットレート（すなわち2.4から4 kbps、あるいはそれ以下）で動作する高品質の音声コーダを開発するという研究的関心と、強い商業的ニーズの波が存在する。応用分野は、無線電話、衛星通信、インターネット電話、種々のマルチメディア、そして音声ストリーミング応用、音声メール、そして他の音声蓄積システムを含む。推進力は、高容量に対するニーズおよびパケット損失状況下における強力な機能に対する要求である。種々の最近の音声符号化標準化努力は、低レート音声符号化アルゴリズム研

40

50

究と開発を推進する他の直接な推進力である。低レート音声コーダは、許容できる使用帯域幅あたりのさらなるチャネル、すなわちユーザを作り出し、そして適切なチャネル符号化に関しての、付加的な積み重ねと結びついた低レート音声コーダは、符号器規格の総体的ビット予算に適合することができ、そしてチャネル誤り条件のもとで強い機能を確保する。

【0012】

低いビットレートにおいて音声を効率的に符号化する有効な手法はマルチモード符号化である。典型的なマルチモード符号化手法は、「可変レート音声符号化」と題する、1998年12月21日に提出され、本発明の譲渡人に譲渡され、そして参照によって本発明に完全に組み込まれている、米国アプリケーションシリアル番号09/217,341の中に記述されている。従来のマルチモード符号器は、入力音声フレームの異なった形式に対して、異なったモード、あるいは符号化・復号化アルゴリズムを適用する。各モードあるいは符号化・復号化過程は、たとえば、有聲音声、無聲音声、遷移音声（たとえば有声および無声の中間）、そして背景雑音（非音声）など音声セグメントに関する確実な形式を最適に表現するために、もっとも効率的な方法でカスタマイズされる。外部の、開ループモード決定メカニズムは、入力音声フレームを吟味し、フレームに対してどのモードを適用するかに関する決定を下す。開ループモード決定は、典型的に入力フレームからいくつかのパラメータを抽出し、確実な、一時的な、そしてスペクトルの特性に関してパラメータを評価し、そして評価の上にモード決定の基礎を置くことによって行われる。

【0013】

多くの従来の音声コーダにおいては、線スペクトルあるいは線スペクトル余弦などの線スペクトル情報は、有聲音声の定常的な性質を利用することなく、符号化レートを十分に減少させることなしに、有聲音声フレームの符号化によって送信される。そこで、価値のある帯域幅が浪費される。他の従来の音声コーダ、マルチモード音声コーダ、あるいは低ビットレート音声コーダにおいては、有聲音声の定常性は、各フレームに対して利用される。したがって非定常状態フレームは劣化し、音声品質は損なわれる。各フレームの音声含有量の性質に反応する適応符号化方法を与えることは有利であろう。その上音声信号は一般的に非定常的、すなわち非静的であるので、音声符号化に用いられる線スペクトル情報パラメータの量子化の効率は、音声の各フレームの線スペクトル情報パラメータが、移動平均予測に基づいたベクトル量子化を使用するか、あるいは他の標準ベクトル量子化方法を使用するかの何れかによって、選択的に符号化する方式を使用することにより、改善することができるかもしれない。このような方式は、上記二つのベクトル量子化方法の何れかの利益を有利に利用するであろう。したがって、この二つの量子化方法を、一つの方法から他への遷移境界においては適切に混合することによって交錯する音声コーダを与えることが望ましい。このように、周期的フレームおよび非周期的フレーム間の変化に適応するために、マルチブルベクトル量子化方法を用いる音声コーダに対するニーズが存在する。

【0014】

【課題を解決するための手段】

本発明は、周期的フレームおよび非周期的フレーム間の変化に適応するために、マルチブルベクトル量子化方法を使用する音声コーダに向けられている。よって発明の一つの観点においては、音声コーダは、フレームを解析し、それに基づき線スペクトル情報符号ベクトルを発生するように形成された線形予測フィルタと、そして、線形予測フィルタと結合し、非移動平均予測に基づいたベクトル量子化方法による第一のベクトル量子化手法を用いて、線スペクトル情報ベクトルをベクトル量子化するように形成された量子化器（quantizer）とを有利に含んでおり、そしてそこで、量子化器は、第一の手法のための等価移動平均符号ベクトルを計算し、音声コーダによって前に処理された、予め設定されたフレーム数に対する符号ベクトルの移動平均コードブックのメモリをこの等価移動平均コードブックで更新し、更新された移動平均コードブックのメモリに基づいて第二の手法のための目標量子化ベクトルを計算し、量子化された目標符号ベクトルを発生するために、移動

10

20

30

40

50

平均予測に基づいた方法を用いている第二のベクトル量子化手法で目標量子化ベクトルをベクトル量子化し、移動平均コードブックのメモリを量子化された目標符号ベクトルで更新し、そして量子化された目標符号ベクトルから量子化された線スペクトル情報を計算するようにさらに配置されている。

【0015】

発明の他の観点においては、非移動平均予測に基づいたベクトル量子化方法を用いている第一の技術と、移動平均予測に基づいたベクトル量子化手法を用いている第二の技術と、この第一と第二の量子化ベクトル量子化技術を用いている、フレームの線スペクトル情報ベクトルをベクトル量子化する方法は、線スペクトル情報ベクトルを第一のベクトル量子化手法でベクトル量子化し、第一の手法のための等価移動平均符号ベクトルを計算し、音声コーダによって前に処理された予め設定されたフレーム数に対する符号ベクトルの移動平均コードブックのメモリを、移動平均符号ベクトルで更新し、更新された移動平均コードブックのメモリに基づいて第二の手法のための目標量子化ベクトルを計算し、目標量子化ベクトルを量子化された目標符号ベクトルを発生するために第二のベクトル量子化手法でベクトル量子化し、量子化された目標符号ベクトルで移動平均コードブックベクトルのメモリを更新し、そして量子化された目標符号ベクトルから、量子化された線スペクトル情報をベクトルを導出するステップを有利に含む。

10

【0016】

発明の他の観点においては、音声コーダは、非移動平均予測に基づいたベクトル量子化方法を用いる第一のベクトル量子化手法でフレームの線スペクトル情報ベクトルをベクトル量子化するための手段、第一の手法のための等価移動平均符号ベクトルを計算するための手段、音声コーダによって前に処理された予め設定されたフレーム数に対する符号ベクトルの移動平均コードブックのメモリを等価移動平均符号ベクトルで更新するための手段、更新された移動平均コードブックメモリに基づき第二の手法のための目標量子化ベクトルを計算するための手段、量子化された目標符号ベクトルを発生するために、目標量子化ベクトルを第二の目標量子化手法を用いてベクトル量子化するための手段、移動平均コードブックのメモリを量子化された目標符号ベクトルで更新するための手段、そして量子化された目標符号ベクトルから量子化された線スペクトル情報をベクトルを導出するための手段を有利に含む。

20

【0017】

30

【発明の実施の形態】

以下に述べる典型的な実施例は、CDMAの空間に対するインターフェースを用いて形成された無線電話通信システムに属する。それにも拘らず、当業者によって、この発明の特徴を具体化しているサブサンプリング法および装置は、当業者に知られている広範囲の技術を用いている、種々の通信システムの何れにも属するかも知れないことを、了解されるべきであろう。

【0018】

40

図1に説明したように、CDMA無線電話システムは、一般的に、複数の移動加入者ユニット10、複数の基地局12、基地局制御器(BSCs)14、そして移動スイッチングセンター(MSC)16を含む。移動スイッチングセンター16は、従来の公衆交換電話回路網(PSTN)18とインターフェースを形成する。移動スイッチングセンター16はまた、基地局制御器14ともインターフェースを形成する。基地局制御器14は迂回中継線を経て基地局12と結合されている。迂回中継線は、たとえばE1/T1、ATM、IP、PPP、フレームリレー、HDSL、ADSL、あるいはxDSLを含む、いくつかの既知のインターフェースの何れをも支持するよう形成されているかもしれない。システム内には、二つより多くの基地局制御器14があるかもしれないことは了解される。各基地局12は、有利に、少なくとも一つのセクタ(図示せず)を含み、各セクタは、全方向性アンテナあるいは、基地局12から特定方向に放射状に離れた点にあるアンテナを含む。代わりに、各セクタは、ダイバーシティ受信のための二つのアンテナを含むかもしれない。各基地局12は、好都合に、複数の周波数割り当てを支持するように設計されてい

50

るかも知れない。セクタの交点 (intersection) および周波数の割り当ては、CDMAチャネルとして参照されるかも知れない。基地局12はまた、基地局トランシーバサブシステム (BTSs) 12として知られるかも知れない。代わりに、“基地局”は産業界において、基地局制御器 (BSC) 14および一つあるいはそれ以上の基地局トランシーバサブシステムをまとめて参照するために使用されるかも知れない。基地局トランシーバサブシステム12はまた、“セルサイト”12と表示されるかも知れない。代わりに、与えられた基地局トランシーバサブシステム (BTS) 12の個々のセクタは、セルサイトとして参照されるかも知れない。移動加入者ユニット10は、典型的にセルラ、あるいはPCS電話10である。システムは、有利に、IS-95標準に従った使用のために形成される。

10

【0019】

セルラ電話システムの典型的動作の期間中、基地局12は、一連の移動ユニット10から、一連の逆方向リンク信号を受信する。移動ユニット10は、電話呼あるいは他の通信を処理する。与えられた基地局12によって受信された、各逆方向リンク信号は、その基地局12の中で処理される。その結果のデータは、基地局制御器14に転送される。基地局制御器14は、基地局12間のソフトハンドオフの調和的総合化を含む、コールリソースアロケーション (call resource allocation) および、移動性マネージメントファンクションナリティ (mobility management functionality) を与える。基地局制御器14はまた、受信データを移動スイッチングセンター16に送る。そして移動スイッチングセンター16は、公衆交換電話回路網18とのインターフェースに対して付加的な経路支持サービスを与える。同様に、公衆交換電話回路網18は移動スイッチングセンター16とインターフェース接続し、そして移動スイッチングセンター16は、基地局制御器14とインターフェース接続する。基地局制御器14は、順番に基地局12を、一連の順方向リンク信号を一連の移動ユニット10に送信するよう制御する。

20

【0020】

図2において、第1の符号器100は、デジタル化された音声サンプル $s(n)$ を受信し、第1の復号器104に対して、伝送媒体102あるいは通信チャネル102上に送信するためにサンプル $s(n)$ を符号化する。復号器104は、符号化された音声サンプルを復号し、出力音声信号 $s_{synth}(n)$ を組立てる。反対方向への送信のためには、第2の符号器106が、デジタル化された音声サンプル $s(n)$ を符号化し、通信チャネル108上に送信される。第2の復号器110は、符号化された音声サンプルを受信し、組立てられた出力音声信号 $s_{synth}(n)$ を発生しながら復号する。

30

【0021】

音声サンプル $s(n)$ は、たとえばパルス符号変調 (PCM)、コンパンデッドμ-law、あるいはA-lawを含む、当業界では知られた種々の方法のどれかに従って、デジタル化され量子化されている音声信号を示す。当業界においては知られているように、音声サンプル $s(n)$ は、入力データのフレームに構造化され、そこで各フレームはデジタル化された音声サンプル $s(n)$ の、予め設定された数を含んでいる。典型的実施例においては、8 kHzのサンプリングレートが、160のサンプルを含んでいる各20ミリ秒のフレームとともに使用される。以下に述べる実施例においては、データ送信のレートは、フレームツーフレーム基準で、13.2 kbps (フルレート) から 6.2 kbps (ハーフレート) に、2.6 kbps (4分の1レート) に、1 kbps (8分の1レート) に、有利に変えられるかも知れない。データ送信レートが変化することは、より低いビットレートは、比較的少ない音声情報を含んでいるフレームに対して選択的に使用されるかも知れないために、好都合である。当業者により了解されるように、他のサンプリングレート、フレームサイズ、そしてデータ送信レートが使用されるかも知れない。

40

【0022】

第1の符号器100および第2の復号器110は、ともに第1の音声コーダ、すなわち音声コーデックを含む。音声コーダは、たとえば、図1を参照して前に述べた、加入者ユニ

50

ット、基地局トランシーバサブシステム、あるいは基地局制御器を含む音声信号を送信するためのいずれの通信デバイスにおいても使用可能であろう。同様にして、第2の符号器106、および第1の復号器104はともに第2の音声コーダを含んでいる。当業者によつて、音声コーダは、ディジタル信号処理装置(DSP)、特定用途向け集積回路(ASIC)、ディスクリートゲートロジック、ファームウェア、あるいは、いずれの従来のプログラマブルソフトウェアモジュールおよびマイクロ処理装置を用いて、実行されるかもしれないことは理解される。ソフトウェアモジュールは、ランダムアクセスメモリ、フラッシュメモリ、抵抗器、あるいは、当業界で知られている、いずれの他の書き込み可能な蓄積媒体の形態内に属することができるであろう。代わりに、いずれの従来の処理装置、制御器あるいはステートマシンがマイクロ処理装置に代わって置き換えることである。

10

音声符号化用にとくに設計された典型的な特定用途向け集積回路は、本発明の譲渡人に譲渡され、参照によって本発明に完全に組み込まれている、米国特許5,727,123、および、「ボコーダ用途向け集積回路」と題する、1994年2月16日に提出され、本発明の譲渡人に譲渡され、参照によって本発明に完全に組み込まれている、米国アプリケーションシリアル番号08/197,417の中に記述されている。

【0023】

図3において、音声符号器に用いられるかもしれない符号器200は、モード決定モジュール202、ピッチ評価モジュール204、線形予測解析モジュール206、線形予測解析フィルタ208、線形予測量子化モジュール210、そして残留量子化モジュール212を含む。入力音声フレーム $s(n)$ は、モード決定モジュール202、ピッチ評価モジュール204、線形予測解析モジュール206、そして線形予測解析フィルタ208に与えられる。モード決定モジュール202は、他の数ある特徴の中で、周期性、エネルギー、信号対雑音比(SNR)、あるいはゼロクロッシングレートモードに基づいて、各入力音声フレーム $s(n)$ の、インデックス I_M およびモードMを発生する。周期性にしたがつて、音声フレームを分類する種々の方法は、本発明の譲渡人に譲渡され、参照によって発明の中に完全に組み込まれている、米国特許5,911,128の中に記述されている。これらの方法はまた、通信機械工業会産業暫定規格TIA/EIA IS-127およびTIA/EIA IS-733の中に組み込まれている。典型的なモード決定方法はまた、前述の米国アプリケーションシリアル番号09/217,341の中に記述されている。

20

30

【0024】

ピッチ評価モジュール204は、各入力音声フレーム $s(n)$ に基づいてピッチインデックス I_P および遅れ値 P_0 を生じる。線形予測解析モジュール206は、線形予測パラメータ a を発生するために、各入力音声フレーム $s(n)$ に関する線形予測解析を行う。線形予測パラメータ a は、線形予測量子化モジュール210に与えられる。線形予測量子化モジュール210はまた、モードMを受信し、それに関してモードに依存した方法で量子化過程を実行する。線形予測量子化モジュール210は、線形予測インデックス I_L および量子化された線形予測パラメータ

【数37】

40
a

を生じる。線形予測解析フィルタ208は、入力音声フレーム $s(n)$ に加えて、量子化された線形予測パラメータ

【数38】

40
a

を受信する。線形予測解析フィルタ208は、入力音声フレーム $s(n)$ と量子化された線形予測パラメータ

50

【数39】

\hat{a}

に基づき再組立した音声との間の誤差を示す、線形予測残留信号 $R[n]$ を発生する。線形予測残留 $R[n]$ 、モード M 、そして量子化された線形予測パラメータ

【数40】

\hat{a}

は、残留量子化モジュール 212 に与えられる。これらの値に基づき、残留量子化モジュール 212 は、残留インデックス I_R および量子化された残留信号

10

【数41】

$\hat{R}[n]$

を生じる。

【0025】

図4において、音声コーダ内に使用されるかも知れない復号器 300 は、線形予測パラメータ復号化モジュール 302、残留復号化モジュール 304、モード復号化モジュール 306、そして線形予測組立フィルタ 308 を含む。モード復号化モジュール 306 は、それからモード M を発生しながら、モードインデックス I_M を受信し復号する。線形予測パラメータ復号化モジュール 302 は、モード M および線形予測インデックス I_{LP} を受信する。線形予測パラメータ復号化モジュール 302 は、量子化された線形予測パラメータ

20

【数42】

\hat{a}

を生じるために、受信値を復号する。残留復号化モジュール 304 は、残留インデックス I_R 、ピッチインデックス I_P 、そしてモードインデックス I_M を受信する。残留復号化モジュール 304 は、量子化された残留信号

【数43】

$\hat{R}[n]$

30

を発生するために、受信値を復号する。量子化された残留信号

【数44】

$\hat{R}[n]$

および量子化された線形予測パラメータ

【数45】

\hat{a}

40

は、そこから復号化された出力音声信号 $S[n]$ が組み立てられる、線形予測組立フィルタ 308 に与えられる。

【0026】

図3の符号器 200、および図4の復号器 300 の、種々のモジュールの動作および実行は、当業界には知られており、前述の米国特許 5,414,796、および L. B. Labiner & R. W. Schaefer、「音声信号のデジタル処理」396 453 (1978) に記述されている。

【0027】

図5のフローチャートに示したように、実施例に従った音声コーダは、送信のために音声サンプルの処理をする一連のステップに従う。ステップ 400 において、音声コーダは連

50

続したフレーム内の音声信号のデジタルサンプルを受信する。与えられたフレームの受信と同時に、音声コーダはステップ402に進む。ステップ402において、音声コーダはフレームのエネルギーを検出する。このエネルギーはフレームの音声活動の尺度である。音声検出は、デジタル化された音声サンプルの振幅の2乗を集計し、その結果のエネルギーをしきい値と比較することによって行われる。実施例において、しきい値は背景雑音の変化しているレベルに基づいて順応する。典型的な可変しきい値音声活動検出器は、前述の米国特許5,414,796に記述されている。若干の無聲音声音は、背景雑音として、誤って符号化されるかもしれないほど、極端に低いエネルギーサンプルでありうる。この発生を防ぐために、低エネルギーサンプルのスペクトル傾き(tilt)が、前述の米国特許5,414,796に記述されているように背景雑音から無聲音声を識別するために用いられるかも知れない。10

【0028】

フレームのエネルギーを検出した後、音声コーダはステップ404に進む。ステップ404においては、音声コーダは、検出されたフレームエネルギーがフレームを音声情報を含むとして分類するのに十分であるか否かを決定する。もしも、検出されたフレームエネルギーが、予め設定されたしきい値レベルよりも下であれば、音声コーダはステップ406に進む。ステップ406においては、音声コーダはフレームを背景雑音(すなわち無聲音あるいは無音)として符号化する。実施例においては、背景雑音フレームは1/8レートすなわち1kbpsとして符号化される。もしもステップ404において検出されたフレームエネルギーが予め設定されたしきい値レベルを満足し、あるいは超えていれば、このフレームは音声として分類され、音声コーダはステップ408に進む。20

【0029】

ステップ408においては、音声コーダは、フレームが無聲音声であるか否かを決定する。すなわち音声コーダはフレームの周期性を吟味する。周期性決定に関する種々の既知の方法は、たとえばゼロクロッシングの使用、および規格化された自己相関関数(NACFs)の使用を含む。とくに、周期性の検出にゼロクロッシングおよび自己相関関数を使用することは、前述の米国特許5,911,128、および米国アプリケーションシリアル番号09/217,341に記述されている。さらに、無聲音声から有聲音声を識別するのに使用される上記の方法は、通信機械工業会暫定規格TIA/EIA IS 127およびTIA/EIA IS 733の中に組み入れられている。もしもステップ408において、フレームが無聲音声と決定されれば、音声コーダはステップ410に進む。ステップ410においては、音声コーダは、フレームを無聲音声として符号化する。実施例においては、無聲音声フレームは、4分の1レートすなわち2.6kbpsで符号化される。もしもステップ408においてフレームが無聲音声であると決定されなければ、音声コーダはステップ412に進む。30

【0030】

ステップ412において、音声コーダは、たとえば前述の米国特許5,911,128に記述されているように、当業界においては知られている周期性検出方法を用いて、このフレームが遷移音声であるか否かを決定する。もしもフレームが遷移音声であると決定されれば、音声コーダはステップ414に進む。ステップ414において、フレームは遷移音声(すなわち無聲音声から有聲音声への遷移)として符号化される。実施例において、遷移音声フレームは、「遷移音声フレームのマルチパルス補間符号化」、と題する、1999年5月7日に提出された、そして本発明の譲渡人に譲渡され、参照によって本発明に完全に組み込まれた、米国アプリケーションシリアル番号09/307,294の中に記述されている、マルチパルス補間符号化方法に従って符号化される。他の実施例において、遷移音声フレームはフルレートすなわち13.2kbpsで符号化される。40

【0031】

もしもステップ412において、音声コーダがフレームは遷移音声ではないと決定すれば、音声コーダはステップ416に進む。ステップ416において、音声コーダはフレームを有聲音声として符号化する。実施例において、有聲音声フレームはハーフレートすなわ50

ち 6 . 2 k b p s で符号化されるかもしれない。有聲音声フレームをフルレートすなわち 13 . 2 k b p s (あるいは 8 k C E L P コーダにおいてはフルレート、8 k b p s) で符号化することもまた可能である。しかしながら、当業者は、有声フレームのハーフレートにおける符号化は、有声フレームの定常的性質を利用することによって、符号器に貴重な帯域幅の節約を可能とすることを評価するであろう。さらに、有聲音声を符号化するのに使用されたレートにかかわらず、有聲音声は、過ぎたフレームからの情報を用いて有利に符号化され、そしてまたそのために、予測的に符号化されると言われる。

【 0 0 3 2 】

当業者は、音声信号あるいは対応する線形予測残留の何れでも、図 5 に示されたステップに従って符号化されるかもしれないことを評価するであろう。雑音、無声、遷移、そして有聲音声の波形特性は、図 6 A のグラフにおいて、時間の関数として見ることができる。雑音、無声、遷移、そして有声の線形予測残留の波形特性は、図 6 B のグラフにおいて、時間の関数として見ることができる。

【 0 0 3 3 】

実施例において、音声コーダは、線スペクトル情報ベクトル量子化に関する、二つの方法を交錯するために、図 7 のフローチャートに示されるアルゴリズムステップを実行する。音声コーダは有利に非移動平均予測に基づいた線スペクトル情報ベクトル量子化のための、等価移動平均コードブックベクトルの推定値を計算し、そしてこのことは、音声コーダが、線スペクトル情報ベクトル量子化に関する、二つの方法を交錯することを可能とする。移動平均予測に基づいた方法において、移動平均は、前に処理したフレームの数、P に対して計算される。パラメータを掛け合わせることによって計算されている移動平均は、以下に述べるように、各ベクトルコードブック記載内容によって重みづけする。移動平均は、これも以下に述べるように、目標量子化ベクトルを発生するために、線スペクトル情報パラメータの入力ベクトルから減算される。非移動平均予測に基づいたベクトル量子化方法は、移動平均予測に基づいたベクトル量子化方法を用いない、何れかの知られたベクトル量子化方法であるかもしれないことは、当業者によって容易に評価されるであろう。

【 0 0 3 4 】

線スペクトル情報パラメータは、フレーム間移動平均予測とベクトル量子化を用いること、あるいは、たとえば、スプリットベクトル量子化、マルチステージベクトル量子化 (M S V Q)、スイッチド予測的ベクトル量子化 (S P V Q)、あるいはこれらの一部、あるいはすべての組み合わせなどの、いずれかの他の標準的非移動平均予測に基づいたベクトル量子化方法を用いることのどちらかによって、典型的に量子化される。図 7 を参照して記述された実施例において、一つの方法が、上述のベクトル量子化法の何れかと移動平均予測に基づいたベクトル量子化法とを混合するために使用される。移動平均予測に基づいたベクトル量子化法は、本質が定常的、すなわち静的な (図 6 A B における静的な有声フレームについて示されているような信号を示す) 音声フレームに対する、最適効果のために用いられる一方で、非移動平均予測に基づいたベクトル量子化法は、本質が定常的でない、すなわち非静的な (図 6 A B における無声フレームおよび遷移フレームについて示されているような信号を示す) 音声フレームに対する最適効果のために用いられることから、これは望ましいことである。

【 0 0 3 5 】

N 次元の線スペクトル情報パラメータを量子化するための、非移動平均予測に基づいたベクトル量子化方法において、M^t h フレームに対する入力ベクトル

【 数 4 6 】

$$L_M \equiv \left\{ L_M^n; n = 0, 1, \dots, N - 1 \right\}$$

は量子化に対する目標として直接に使用され、そして上で言及した標準ベクトル量子化手法の何れかを用いて、ベクトル

【 数 4 7 】

10

20

30

40

50

$$\hat{L}_M \equiv \left\{ \hat{L}_M^n; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

に量子化される。

【0036】

典型的なフレーム間移動平均予測法において、量子化にための目標は

【数48】

$$U_M \equiv \left\{ U_M^n = \frac{\left(L_M^n - \alpha_1^n \hat{U}_{M-1}^n - \alpha_2^n \hat{U}_{M-2}^n - \dots - \alpha_P^n \hat{U}_{M-P}^n \right)}{\alpha_0^n}; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\} \quad 10$$

として計算される。ここで、

【数49】

$$\left\{ \hat{U}_{M-1}^n, \hat{U}_{M-2}^n, \dots, \hat{U}_{M-P}^n; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

は、フレームMのすぐ前のP個のフレームに関する線スペクトル情報パラメータに対応するコードブック記載内容である。そして、

【数50】

$$\left\{ \alpha_1^n, \alpha_2^n, \dots, \alpha_P^n; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

は、

【数51】

$$\left\{ \alpha_0^n + \alpha_1^n + \dots + \alpha_P^n = 1; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\} \quad 30$$

であるような、それぞれの加重値である。目標量子化 U_M はそこで、上で言及したベクトル量子化手法の何れかを用いて

【数52】

$$\hat{U}_M$$

に量子化される。量子化された線スペクトル情報ベクトルはつぎのように計算される。

【数53】

$$\hat{L}_M \equiv \left\{ \hat{L}_M^n = \alpha_0^n \hat{U}_M^n + \alpha_1^n \hat{U}_{M-1}^n + \dots + \alpha_P^n \hat{U}_{M-P}^n; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\} \quad 40$$

【0037】

移動平均予測手法は、コードブック記載内容の過去の値、過去のP個のフレームに対する

【数54】

$$\left\{ \hat{U}_{M-1}, \hat{U}_{M-2}, \dots, \hat{U}_{M-P} \right\}$$

の存在を必要とする。コードブック記載内容はこれらのフレーム（過去のP個のフレーム

の中に)に対して自動的に得られる一方、それらは移動平均手法を用いてそれ自身量子化されており、過去の P 個のフレームの残留は、非移動平均予測に基づいたベクトル量子化手法を用いて量子化されていることが可能であり、そして対応するコードブック記載内容

【数 5 5】

(\hat{U})

は、これらのフレームに対しては直接に得られない。このことは、上の二つのベクトル量子化の方法を混合する、すなわち交錯することを困難にしている。

【0 0 3 8】

10

図 7 を参照して記述された実施例において、コードブック記載内容

【数 5 6】

$\tilde{\hat{U}}_{M-K}$

が明確に得られない、

【数 5 7】

$K \in \{1, 2, \dots, P\}$

20

の場合、コードブック記載内容

【数 5 8】

\hat{U}_{M-K}

の推定値

【数 5 9】

$\tilde{\hat{U}}_{M-K}$

30

を計算するのに、つぎの式

【数 6 0】

$$\tilde{U}_{M-K}^n = \left\{ \frac{\tilde{U}_{M-K}^n - \beta_1^n \tilde{U}_{M-K-1}^n - \beta_2^n \tilde{U}_{M-K-2}^n - \cdots - \beta_P^n \tilde{U}_{M-K-P}^n}{\beta_0^n} ; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

10

20

30

40

が有利に使用されている。ここで、
 【数61】

$$\left\{ \beta_1^n, \beta_2^n, \dots, \beta_P^n ; n = 0, 1, \dots, N-1 \right\}$$

は、

【数62】

$$\left\{ \beta_0^n + \beta_1^n +, \dots, \beta_p^n = 1; n = 0, 1, \dots, N - 1 \right\}$$

であるような、それぞれの加重値であり、

【数63】

$$\left\{ \tilde{U}_{-1}, \tilde{U}_{-2}, \dots, \tilde{U}_{-p} \right\}$$

が初期条件である。典型的な初期条件は

10

【数64】

$$\left\{ \tilde{U}_{-1} = \tilde{U}_{-2} =, \dots, = \tilde{U}_{-p} = L^B \right\}$$

であって、ここで L^B は線スペクトル情報 (LSI) パラメータのバイアス値である。つぎのものは、加重値の典型的組み合わせである。

【数65】

$$\left\{ \begin{array}{l} \beta_0^n = 1; \\ \beta_1^n =, \dots, = \beta_p^n = 0; \end{array} \right\} n = 0, 1, \dots, N - 1$$

20

【0039】

図7のフローチャートのステップ500において、音声コーダは、入力線スペクトル情報ベクトル L_M を、移動平均予測に基づいたベクトル量子化手法で量子化するか否かを決定する。この決定は、フレームの音声含有量に有利に基づいている。たとえば、静的有声フレームに関する入力線スペクトル情報パラメータは、移動平均予測に基づいたベクトル量子化方法で、もっとも有利に量子化される。一方無声フレームおよび遷移フレームに関する入力線スペクトル情報パラメータは、非移動平均予測に基づいたベクトル量子化方法で、もっとも有利に量子化される。もしも音声コーダが、入力線スペクトル情報ベクトル L_M を、移動平均予測に基づいたベクトル量子化方法で量子化することを決定すれば、音声コーダはステップ502に進む。一方、もしも音声コーダが、入力線スペクトル情報ベクトル L_M を、移動平均予測に基づいたベクトル量子化方法で量子化しないと決定すれば、音声コーダはステップ504に進む。

30

【0040】

ステップ502において、音声コーダは、上方程式(1)に従って、量子化のための目標 U_M を計算する。音声コーダはそこでステップ506に進む。ステップ506において、音声コーダは、当業界の人によく知られている、種々の一般的ベクトル量子化手法の何れかに従って目標 U_M を量子化する。音声コーダはそこでステップ508に進む。ステップ508においては、音声コーダは、上方程式(2)に従って、量子化された目標

40

【数66】

$$\hat{U}_M$$

から、量子化された線スペクトル情報パラメータのベクトル

【数67】

$$\hat{L}_M$$

50

を計算する。

【0041】

ステップ504においては、音声コーダは、当業界においてはよく知られた種々の非移動平均予測に基づいたベクトル量子化手法に従って、目標 L_M を量子化する。（当業者は理解しているように、非移動平均予測に基づいたベクトル量子化手法における、量子化のための目標ベクトルは L_M であって U_M ではない。）音声コーダは、そこでステップ510に進む。ステップ510においては、音声コーダは、上方程式(3)に従って量子化された、線スペクトル情報パラメータのベクトル

【数68】

$$\hat{L}_M$$

10

から、等価移動平均符号ベクトル

【数69】

$$\hat{U}_M$$

を計算する。

【0042】

ステップ512において、音声コーダは、過去のP個のフレームの移動平均コードブックベクトルのメモリを更新するために、ステップ506で得られた量子化された目標

20

【数70】

$$\hat{U}_M$$

、およびステップ510で得られた等価移動平均符号ベクトル

【数71】

$$\hat{U}_M$$

を使用する。過去のP個のフレームの移動平均コードブックベクトルの更新されたメモリは、そこでステップ502において、次のフレームに対する、入力線スペクトル情報ベクトル L_{M+1} の量子化のための目標 U_M を計算するために、使用される。

30

【0043】

このように、音声コーダ内において、線スペクトル情報量子化方法を交錯するための新しい方法および装置について記述してきた。当業者は、ここに開示された実施例に関して記述された、種々の実例となる、論理ブロックおよびアルゴリズムステップは、ディジタル信号処理装置(DSP)、特定用途向け集積回路(ASIC)、ディスクリートゲートあるいはトランジスタ論理、たとえば、抵抗あるいはFIFOなどディスクリートハードウェア部品、一連のファームウェア命令を実行する処理装置、あるいはいずれかの従来のプログラマブルソフトウェアモジュールおよび処理装置を用いて実行され、遂行されるかもしれないことは理解するであろう。処理装置は、有利にマイクロ処理装置であるかもしれません、しかし代わりに処理装置はいずれかの従来の処理装置、制御器、マイクロ制御器、あるいはストートマシンであるかもしれない。ソフトウェアモジュールは、ランダムアクセスメモリ(RAM)、フラッシュメモリ、抵抗器、あるいは当業界では知られる、書き込み可能な記憶媒体の他の形態のいずれかに属しうるであろう。当業者は、さらに、上記を通じて参照されるデータ、命令、指揮、情報、信号、ビット、シンボル、およびチップは、電圧、電流、電磁波、磁場あるいは粒子、光フィールドあるいは粒子、あるいはこれらの組み合わせのいずれかによって適切に表現されることを認識するであろう。

40

【0044】

本発明の望ましい実施例について以上のように示しそして記述してきた。しかしながらこ

50

の技術の当業者にとってここに開示した実施例に対する多くの代替物をこの発明の精神または範囲から逸脱することなしに形成し得ることは明白であろう。それ故、本発明は上記特許請求の範囲に従う場合を除き、制限がなされるべきものではない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 図 1 は、無線電話システムのブロック線図である。

【図 2】 図 2 は、音声コーダによって各端において終結された通信チャネルのブロック線図である。

【図 3】 図 3 は、符号器のブロック線図である。

【図 4】 図 4 は、復号器のブロック線図である。

【図 5】 図 5 は、音声符号化決定過程を説明しているフローチャートである。 10

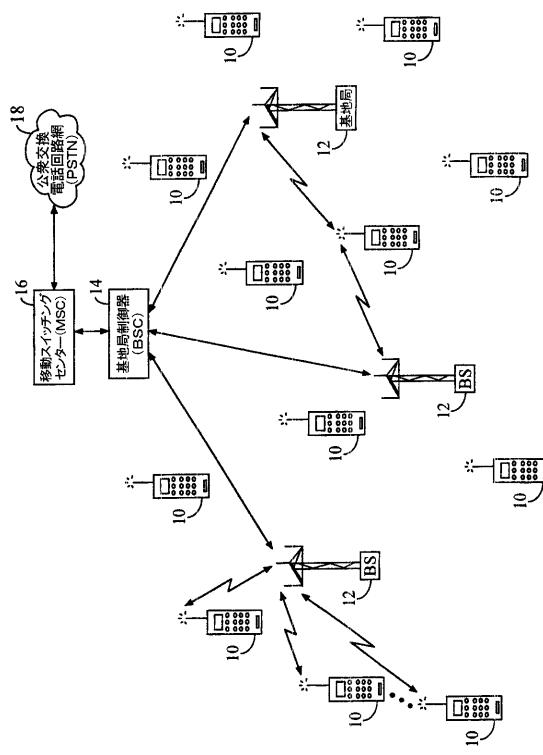
【図 6】 図 6 A は、音声信号振幅対時間のグラフである。
図 6 B は、線形予測残留振幅対時間のグラフである。

【図 7】 図 7 は、線スペクトル情報ベクトル量子化に関する二つの方法を交錯する、音声コーダにより実行される方法ステップを説明しているフローチャートである。

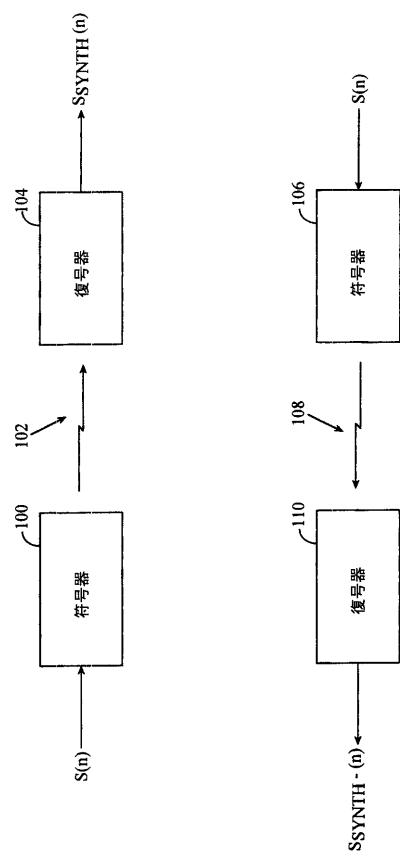
【符号の説明】

1 0 ... 移動ユニット
1 2 ... 基地局
1 4 ... 基地局制御器
1 6 ... 移動スイッチングセンター
1 8 ... 公衆交換電話回路網 20
9 5 ... 暫定標準
1 0 0 ... 第 1 の符号器
1 0 2 ... 通信チャネル
1 0 4 ... 復号器
1 0 6 ... 第 2 の符号器
1 0 8 ... 通信チャネル
1 1 0 ... 第 2 の復号器
2 0 0 ... 符号器
2 0 2 ... モード決定モジュール
2 0 4 ... ピッチ評価モジュール 30
2 0 6 ... 線形予測解析モジュール
2 0 8 ... 線形予測解析フィルタ
2 1 0 ... 線形予測量子化モジュール
2 1 2 ... 残留量子化モジュール
3 0 0 ... 復号器
3 0 2 ... 線形予測パラメータ復号化モジュール
3 0 4 ... 残留復号化モジュール
3 0 6 ... モード復号化モジュール
3 0 8 ... 線形予測組立フィルタ

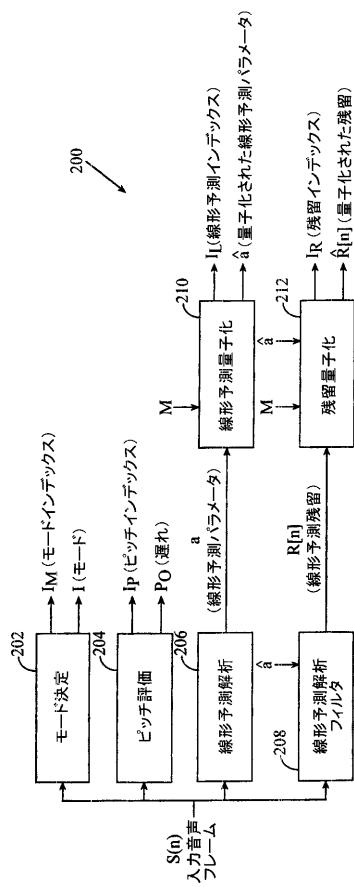
【図1】



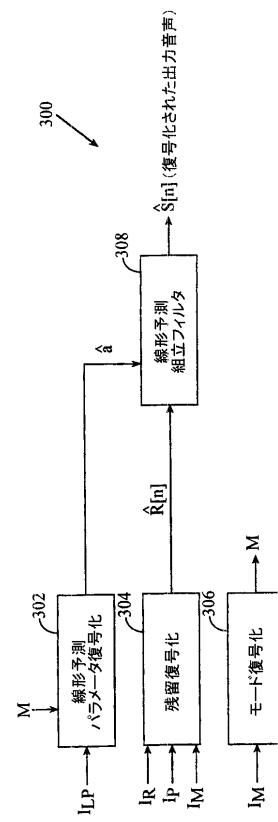
【図2】



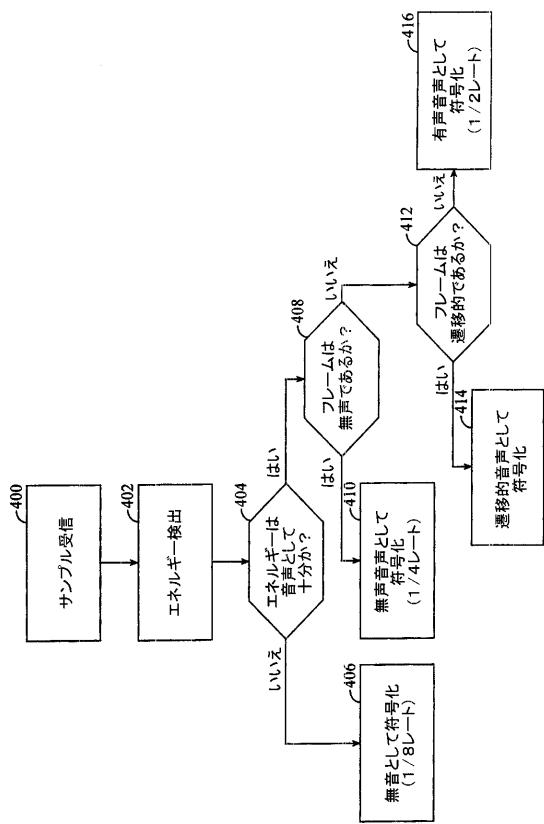
【図3】



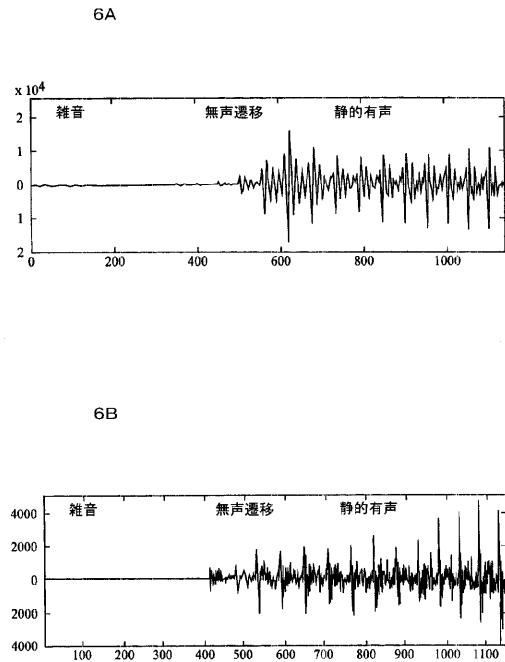
【図4】



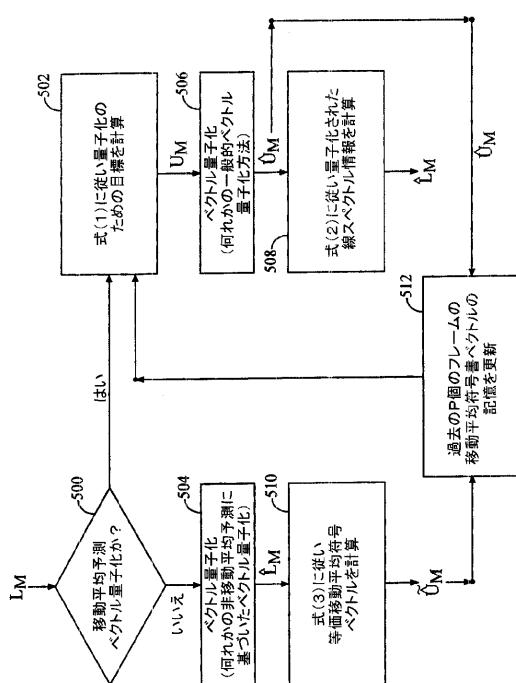
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 アナンタパドマナバーン、アラサニパライ・ケー
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92126 サン・ディエゴ、ナンバー127、カミノ・ル
イス 10187

(72)発明者 マンジュナス、シャラス
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92126 サン・ディエゴ、ナンバー5、シリング・アベ
ニュー 7104

審査官 井上 健一

(56)参考文献 特開平9-127990(JP,A)
特表2002-527777(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10L 19/14

G10L 19/08