

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-310088

(P2004-310088A)

(43) 公開日 平成16年11月4日(2004.11.4)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G10L 19/00	G10L 9/18	5D045
G10L 11/04	H03M 7/30	5J064
G10L 19/02	G10L 9/18	E
H03M 7/30	G10L 7/04	F
	G10L 7/04	B

審査請求 未請求 請求項の数 87 O L 外国語出願 (全 54 頁)

(21) 出願番号 特願2004-101889 (P2004-101889)
 (22) 出願日 平成16年3月31日 (2004.3.31)
 (31) 優先権主張番号 10/402938
 (32) 優先日 平成15年4月1日 (2003.4.1)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 503417604
 デジタル・ボイス・システムズ・インコーポレーテッド
 アメリカ合衆国マサチューセッツ州01886, ウェストフォード, リトルトン・ロード 234
 (74) 代理人 100089705
 弁理士 社本 一夫
 (74) 代理人 100076691
 弁理士 増井 忠式
 (74) 代理人 100075270
 弁理士 小林 泰
 (74) 代理人 100080137
 弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

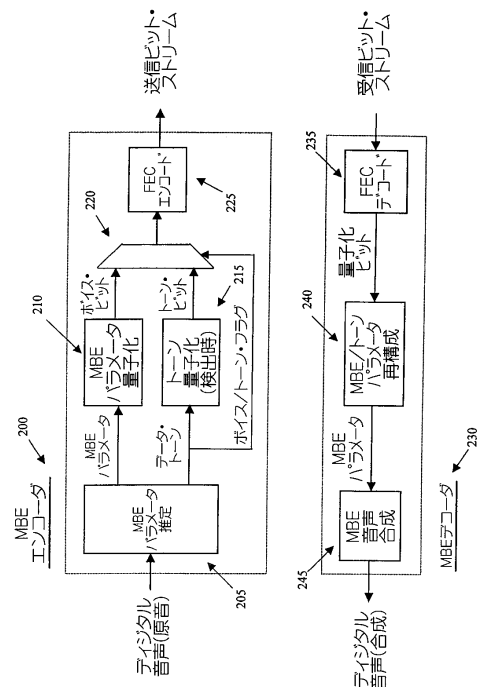
(54) 【発明の名称】 半レート・ボコーダ

(57) 【要約】

【課題】 通信効率を格段に向上させることができる半レート・ボコーダを提供する。

【解決手段】 デジタル音声サンプルのシーケンスをビット・ストリームにエンコードする場合、デジタル音声サンプルを一つ以上のフレームに分割し、フレーム毎にモデル・パラメータ(205)を計算し、モデル・パラメータを量子化(210)して、ピッチ情報を伝達するピッチ・ビットと、発声情報を伝達する発声ビットと、信号レベル情報を伝達する利得ビットとを生成することを含む。ピッチ・ビットの一つ以上を、発声ビットの一つ以上および利得ビットの一つ以上と組み合わせて第1パラメータ・コードワードを作成し、これをエラー制御コードでエンコードして第1FECコードワードを生成し、これをフレームのビット・ストリームに含ませる(225)。ビット・ストリームをデコードするには、このプロセスを逆行えばよい。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

デジタル音声サンプル・シーケンスをビット・ストリームにエンコードする方法であって、

前記デジタル音声サンプルを 1 つ以上のフレームに分割するステップと、

1 フレームのモデル・パラメータを計算するステップと、

前記モデル・パラメータを量子化して、ピッチ情報を伝達するピッチ・ビットと、発声情報を伝達する発声ビットと、信号レベル情報を伝達する利得ビットとを生成するステップと、

前記ピッチ・ビットの 1 つ以上を、前記発声ビットの 1 つ以上および前記利得ビットの 1 つ以上と組み合わせて、第 1 パラメータ・コードワードを作成するステップと、

エラー制御コードで前記第 1 パラメータ・コードワードをエンコードして、第 1 F E C コードワードを生成するステップと、

前記第 1 F E C コードワードを、前記フレームのビット・ストリームに含ませるステップと、

から成ることを特徴とするエンコード方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の方法において、前記フレームのパラメータを計算するステップは、基本周波数パラメータ、1 つ以上の発声判断、および 1 組のスペクトル・パラメータを計算するステップを含むことを特徴とする方法。

【請求項 3】

請求項 2 記載の方法において、フレームの前記モデル・パラメータの計算は、マルチバンド励起音声モデルの使用を含むことを特徴とする方法。

【請求項 4】

請求項 2 記載の方法において、前記モデル・パラメータを量子化するステップは、対数関数を前記基本周波数パラメータに適用することによって、前記ピッチ・ビットを生成するステップを含むことを特徴とする方法。

【請求項 5】

請求項 3 記載の方法において、前記モデル・パラメータを量子化するステップは、前記フレームについての発声判断と一緒に量子化することによって、前記発声ビットを生成するステップを含むことを特徴とする方法。

【請求項 6】

請求項 5 記載の方法において、

前記発声ビットは、発声コードブックへのインデックスを表し、

前記発声コードブックの値は、前記インデックスの 2 つ以上の異なる値に対して同一であることを特徴とする方法。

【請求項 7】

請求項 1 記載の方法において、前記第 1 パラメータ・コードワードは 1 2 ビットから成ることを特徴とする方法。

【請求項 8】

請求項 7 記載の方法において、前記ピッチ・ビットの内 4 ビットと、前記発声ビットの内 4 ビットと、前記利得ビットの内 4 ビットを組み合わせることによって、前記第 1 パラメータ・コードワードを形成することを特徴とする方法。

【請求項 9】

請求項 8 記載の方法において、ゴレイ・エラー制御コードによって、前記第 1 パラメータ・コードワードをエンコードすることを特徴とする方法。

【請求項 10】

請求項 8 記載の方法において、

前記スペクトル・パラメータは、1 組の対数スペクトル強度を含み、

前記利得ビットは、少なくとも部分的に、前記対数スペクトル強度の平均を計算するこ

10

20

30

40

50

とによって生成すること、
を特徴とする方法。

【請求項 1 1】

請求項 1 0 記載の方法であって、更に、

前記対数スペクトル強度を量子化して、スペクトル・ビットを得るステップと、

複数の前記スペクトル・ビットを組み合わせて、第 2 パラメータ・コードワードを作成するステップと、

第 2 エラー制御コードで前記第 2 パラメータ・コードワードをエンコードして、第 2 F E C コードワードを生成するステップと、

を含み、前記第 2 F E C コードワードも、前記フレームの前記ビット・ストリームに含ませることを特徴とする方法。 10

【請求項 1 2】

請求項 1 1 記載の方法において、

前記ピッチ・ビット、発声ビット、利得ビットおよびスペクトル・ビットを、各々、上位ビットおよび下位ビットに分割し、

前記上位側のピッチ・ビット、発声ビット、利得ビット、およびスペクトル・ビットを前記第 1 パラメータ・コードワードおよび前記第 2 パラメータ・コードワードに含ませ、そしてエラー制御コードでエンコードし、

前記下位側のピッチ・ビット、発声ビット、利得ビット、およびスペクトル・ビットを、エラー制御コードでエンコードせずに、前記フレームの前記ビット・ストリームに含ませる、
ことを特徴とする方法。 20

【請求項 1 3】

請求項 1 2 記載の方法において、

ピッチ・ビットは 7 ビットであり、これを上位側の 4 つのピッチ・ビットと下位側の 3 つのピッチ・ビットとに分割し、

発声ビットは 5 ビットであり、これを上位側の 4 つの発声ビットと、最下位の発声ビットとに分割し、

利得ビットは 5 ビットであり、これを上位側の 4 つの利得ビットと、最下位の利得ビットとに分割する、

ことを特徴とする方法。 30

【請求項 1 4】

請求項 1 3 記載の方法において、前記第 2 パラメータ・コードは、上位側の 1 2 スペクトル・ビットを含み、これらをグレイ・エラー制御コードでエンコードして、前記第 2 F E C コードワードを生成することを特徴とする方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 記載の方法であって、更に、

前記第 1 パラメータ・コードワードから変調キーを計算するステップと、

前記変調キーからスクランプリング・シーケンスを発生するステップと、

前記スクランプリング・シーケンスを前記第 2 F E C コードワードと組み合わせて、スクランブル第 2 F E C コードワードを生成するステップと、 40

前記スクランブル第 2 F E C コードを、前記フレームの前記ビット・ストリームに含ませるステップと、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項 1 6】

請求項 8 記載の方法であって、更に、

所定のトーン信号を検出するステップと、

フレームに対するトーン信号を検出した場合、トーン識別ビットおよびトーン振幅ビットを前記第 1 パラメータ・コードワードに含ませるステップと、

を含み、前記トーン識別ビットが、前記フレームのビットを、トーン信号に対応するもの 50

として識別可能とすることを特徴とする方法。

【請求項 17】

請求項 16 記載の方法において、

フレームに対するトーン信号を検出した場合、前記フレームの前記ビット・ストリームに追加のトーン・インデックス・ビットを含ませ、

前記トーン・インデックス・ビットは、前記トーン信号に対する周波数情報を決定すること、

を特徴とする方法。

【請求項 18】

請求項 17 記載の方法において、前記トーン識別ビットは、1組の不許可のピッチ・ビットに対応して、前記フレームのビットを、トーン信号に対応するものとして識別可能とすることを特徴とする方法。

10

【請求項 19】

請求項 18 記載の方法において、フレームに対するトーン信号を検出した場合、前記第 1 パラメータ・コードワードは、6つのトーン識別ビットと、6つのトーン振幅ビットとを有することを特徴とする方法。

【請求項 20】

請求項 7 記載の方法において、前記第 1 パラメータ・コードワードを、ゴレイ・エラー制御コードでエンコードすることを特徴とする方法。

【請求項 21】

請求項 7 記載の方法であって、更に、

所定のトーン信号を検出するステップと、

フレームに対するトーン信号を検出した場合、トーン識別ビットおよびトーン振幅ビットを前記第 1 パラメータ・コードワードに含ませるステップと、

を含み、前記トーン識別ビットが、前記フレームのビットを、トーン信号に対応するものとして識別可能とすることを特徴とする方法。

20

【請求項 22】

請求項 21 記載の方法において、

フレームに対するトーン信号を検出した場合、前記フレームの前記ビット・ストリームに追加のトーン・インデックス・ビットを含ませ、

前記トーン・インデックス・ビットは、前記トーン信号の周波数情報を決定すること、を特徴とする方法。

30

【請求項 23】

請求項 22 記載の方法において、前記トーン識別ビットは、1組の不許可のピッチ・ビットに対応して、前記フレームのビットを、トーン信号に対応するものとして識別可能とすることを特徴とする方法。

【請求項 24】

請求項 23 記載の方法において、フレームに対するトーン信号を検出した場合、前記第 1 パラメータ・コードワードは、6つのトーン識別ビットと、6つのトーン振幅ビットとを有することを特徴とする方法。

40

【請求項 25】

請求項 6 記載の方法において、

前記スペクトル・パラメータは、1組の対数スペクトル強度を含み、

前記利得ビットは、少なくとも部分的に、前記対数スペクトル強度の平均を計算することによって生成する、

ことを特徴とする方法。

【請求項 26】

請求項 25 記載の方法であって、更に、

前記対数スペクトル強度を量子化して、スペクトル・ビットを得るステップと、

複数の前記スペクトル・ビットを組み合わせて、第 2 パラメータ・コードワードを作成

50

するステップと、

第2エラー制御コードで前記第2パラメータ・コードワードをエンコードして、第2FECコードワードを生成するステップと、
を含み、

前記第2FECコードワードも、前記フレームの前記ビット・ストリームに含ませることを特徴とする方法。

【請求項27】

請求項26記載の方法において、

前記ピッチ・ビット、発声ビット、利得ビットおよびスペクトル・ビットを、各々、上位ビットおよび下位ビットに分割し、

前記上位側のピッチ・ビット、発声ビット、利得ビット、およびスペクトル・ビットを前記第1パラメータ・コードワードおよび前記第2パラメータ・コードワードに含ませ、そしてエラー制御コードでエンコードし、

前記下位側のピッチ・ビット、発声ビット、利得ビット、およびスペクトル・ビットを、エラー制御コードでエンコードせずに、前記フレームの前記ビット・ストリームに含ませる、
ことを特徴とする方法。

【請求項28】

請求項27記載の方法において、

ピッチ・ビットは7ビットであり、これを上位側の4つのピッチ・ビットと下位側の3つのピッチ・ビットとに分割し、

発声ビットは5ビットであり、これを上位側の4つの発声ビットと、最下位の発声ビットとに分割し、

利得ビットは5ビットであり、これを上位側の4つの利得ビットと、最下位の利得ビットとに分割する、
ことを特徴とする方法。

【請求項29】

請求項28記載の方法において、前記第2パラメータ・コードは、上位側の12スペクトル・ビットを含み、これらをグレイ・エラー制御コードでエンコードして、前記第2FECコードワードを生成することを特徴とする方法。

【請求項30】

請求項29記載の方法であって、更に、

前記第1パラメータ・コードワードから変調キーを計算するステップと、

前記変調キーからスクランプリング・シーケンスを発生するステップと、

前記スクランプリング・シーケンスを前記第2FECコードワードと組み合わせて、スクランブル第2FECコードワードを生成するステップと、

前記スクランブル第2FECコードを、前記フレームの前記ビット・ストリームに含ませるステップと、
を含むことを特徴とする方法。

【請求項31】

請求項2記載の方法において、

前記スペクトル・パラメータは、1組の対数スペクトル強度を含み、

前記利得ビットは、少なくとも部分的に、前記対数スペクトル強度の平均を計算することによって生成する、
ことを特徴とする方法。

【請求項32】

請求項31記載の方法であって、更に、

前記対数スペクトル強度を量子化して、スペクトル・ビットを得るステップと、

複数の前記スペクトル・ビットを組み合わせて、第2パラメータ・コードワードを作成するステップと、

10

20

30

40

50

第2エラー制御コードで前記第2パラメータ・コードワードをエンコードして、第2FECコードワードを生成するステップと、
を含み、

前記第2FECコードワードも、前記フレームの前記ビット・ストリームに含ませることを特徴とする方法。

【請求項33】

請求項32記載の方法において、

前記ピッチ・ビット、発声ビット、利得ビットおよびスペクトル・ビットを、各々、上位ビットおよび下位ビットに分割し、

前記上位側のピッチ・ビット、発声ビット、利得ビット、およびスペクトル・ビットを前記第1パラメータ・コードワードおよび前記第2パラメータ・コードワードに含ませ、
そしてエラー制御コードでエンコードし、

前記下位側のピッチ・ビット、発声ビット、利得ビット、およびスペクトル・ビットを、エラー制御コードでエンコードせずに、前記フレームの前記ビット・ストリームに含ませる、
ことを特徴とする方法。

【請求項34】

請求項33記載の方法において、

ピッチ・ビットは7ビットであり、これを上位側の4つのピッチ・ビットと下位側の3つのピッチ・ビットとに分割し、

発声ビットは5ビットであり、これを上位側の4つの発声ビットと、最下位の発声ビットとに分割し、

利得ビットは5ビットであり、これを上位側の4つの利得ビットと、最下位の利得ビットとに分割する、
ことを特徴とする方法。

【請求項35】

請求項34記載の方法において、前記第2パラメータ・コードは、上位側の12スペクトル・ビットを含み、これらをゴレイ・エラー制御コードでエンコードして、前記第2FECコードワードを生成することを特徴とする方法。

【請求項36】

請求項35記載の方法であって、更に、

前記第1パラメータ・コードワードから変調キーを計算するステップと、

前記変調キーからスクランプリング・シーケンスを発生するステップと、

前記スクランプリング・シーケンスを前記第2FECコードワードと組み合わせて、スクランブル第2FECコードワードを生成するステップと、

前記スクランブル第2FECコードを、前記フレームの前記ビット・ストリームに含ませるステップと、
を含むことを特徴とする方法。

【請求項37】

請求項1記載の方法において、前記第1パラメータ・コードワードを、ゴレイ・エラー制御コードでエンコードすることを特徴とする方法。

【請求項38】

請求項1記載の方法であって、更に、

所定のトーン信号を検出するステップと、

フレームに対するトーン信号を検出した場合、トーン識別ビットおよびトーン振幅ビットを前記第1パラメータ・コードワードに含ませるステップと、

を含み、前記トーン識別ビットが、前記フレームのビットを、トーン信号に対応するものとして識別可能とすることを特徴とする方法。

【請求項39】

請求項38記載の方法において、

10

20

30

40

50

フレームに対するトーン信号を検出した場合、前記フレームの前記ビット・ストリームに追加のトーン・インデックス・ビットを含ませ、

前記トーン・インデックス・ビットは、前記トーン信号の周波数情報を決定すること、を特徴とする方法。

【請求項 4 0】

請求項 3 9 記載の方法において、前記トーン識別ビットは、1 組の不許可のピッチ・ビットに対応して、前記フレームのビットを、トーン信号に対応するものとして識別可能とすることを特徴とする方法。

【請求項 4 1】

請求項 4 0 記載の方法において、フレームに対するトーン信号を検出した場合、前記第 1 パラメータ・コードワードは、6 つのトーン識別ビットと、6 つのトーン振幅ビットとを有することを特徴とする方法。 10

【請求項 4 2】

ビット・ストリームからデジタル音声サンプルをデコードする方法であって、前記ビット・ストリームを 1 つ以上のビット・フレームに分割するステップと、ビット・フレームから第 1 F E C コードワードを抽出するステップと、前記第 1 F E C コードワードをエラー制御デコードして、第 1 パラメータ・コードワードを生成するステップと、

前記第 1 パラメータ・コードワードからピッチ・ビットと、発声ビットと、利得ビットとを抽出するステップと、 20

前記抽出したピッチ・ビットを用いて、少なくとも部分的に前記フレームのピッチ情報を再構成するステップと、

前記抽出した発声ビットを用いて、少なくとも部分的に前記フレームの発声情報を再構成するステップと、

前記抽出した利得ビットを用いて、少なくとも部分的に前記フレームの信号レベル情報を再構成するステップと、

1 つ以上のフレームについて再構成した前記ピッチ情報、発声情報および信号レベル情報を用いて、デジタル音声サンプルを計算するステップと、から成ることを特徴とするデコード方法。

【請求項 4 3】 30

請求項 4 2 記載の方法において、フレームの前記ピッチ情報は基本周波数パラメータを含み、フレームの前記発声情報は 1 つ以上の発声判断を含むことを特徴とする方法。

【請求項 4 4】

請求項 4 3 記載の方法において、前記発声ビットを発声コードブックへのインデックスとして用いることによって、前記フレームの前記発声判断を再構成することを特徴とする方法。

【請求項 4 5】

請求項 4 4 記載の方法において、前記発声コードブックの値は、2 つ以上の異なるインデックスに対して同一であることを特徴とする方法。

【請求項 4 6】 40

請求項 4 4 記載の方法であって、更に、フレームのスペクトル情報を再構成するステップを含むことを特徴とする方法。

【請求項 4 7】

請求項 4 6 記載の方法において、

フレームの前記スペクトル情報は、少なくとも部分的に、1 組の対数スペクトル強度パラメータを備え、

前記信号レベル情報を用いて、前記対数スペクトル強度パラメータの平均値を決定することを特徴とする方法。

【請求項 4 8】

請求項 4 7 記載の方法において、 50

グレイ・デコーダによって前記第1 F E Cコードワードをデコードし、
前記第1パラメータ・コードワードから、4つのピッチ・ビットと、4つの発声ビット
と、4つの利得ビットを抽出することを特徴とする方法。

【請求項49】

請求項47記載の方法であって、更に、

前記第1パラメータ・コードワードから変調キーを発生するステップと、
前記変調キーからスクランプリング・シーケンスを計算するステップと、
前記ビット・フレームから第2 F E Cコードワードを抽出するステップと、
前記スクランプリング・シーケンスを前記第2 F E Cコードワードに適用して、デスク
ランブルした第2 F E Cコードワードを生成するステップと、
前記デスクランブル第2 F E Cコードワードをエラー制御デコードして、第2パラメ
ータ・コードワードを生成するステップと、

前記第1 F E Cコードワードの前記エラー制御デコーディング、および前記デスクラン
ブル第2 F E Cコードワードの前記エラー制御デコードから、エラー計量を計算するステ
ップと、

前記エラー計量が閾値を超過する場合、フレーム・エラー処理を適用するステップと、
を含むことを特徴とする方法。

【請求項50】

請求項49記載の方法において、前記フレーム・エラー処理は、以前のフレームからの前
記再構成したモデル・パラメータを、現フレームのために繰り返すことを含むことを特徴
とする方法。

【請求項51】

請求項50記載の方法において、前記エラー計量は、前記第1 F E Cコードワードをエラ
ー制御デコードすることによって訂正したエラー数と、前記デスクランブル第2 F E Cコ
ードワードをエラー制御デコードすることによって訂正したエラー数との和を用いること
を特徴とする方法。

【請求項52】

請求項50記載の方法において、少なくとも部分的に前記第2パラメータ・コードワード
から、フレームの前記スペクトル情報を再構成することを特徴とする方法。

【請求項53】

請求項43記載の方法であって、更に、フレームのスペクトル情報を再構成するステップ
を含むことを特徴とする方法。

【請求項54】

請求項53記載の方法において、

フレームの前記スペクトル情報は、少なくとも部分的に1組の対数スペクトル強度パラ
メータを備え、

前記信号レベル情報を用いて、前記対数スペクトル強度パラメータの平均値を決定する
ことを特徴とする方法。

【請求項55】

請求項54記載の方法において、

グレイ・デコーダによって前記第1 F E Cコードワードをデコードし、
前記第1パラメータ・コードワードから、4つのピッチ・ビットと、4つの発声ビット
と、4つの利得ビットを抽出することを特徴とする方法。

【請求項56】

請求項54記載の方法であって、更に、

前記第1パラメータ・コードワードから変調キーを発生するステップと、
前記変調キーからスクランプリング・シーケンスを計算するステップと、
前記ビット・フレームから第2 F E Cコードワードを抽出するステップと、
前記スクランプリング・シーケンスを前記第2 F E Cコードワードに適用して、デスク
ランブルした第2 F E Cコードワードを生成するステップと、

前記デスクランブル第2 F E Cコードワードをエラー制御デコードして、第2パラメータ・コードワードを生成するステップと、

前記第1 F E Cコードワードの前記エラー制御デコード、および前記デスクランブル第2 F E Cコードワードの前記エラー制御デコードから、エラー計量を計算するステップと、

前記エラー計量が閾値を超過する場合、フレーム・エラー処理を適用するステップと、を含むことを特徴とする方法。

【請求項57】

請求項56記載の方法において、前記フレーム・エラー処理は、以前のフレームからの前記再構成したモデル・パラメータを、現フレームのために繰り返すことを含むことを特徴とする方法。

10

【請求項58】

請求項57記載の方法において、前記エラー計量は、前記第1 F E Cコードワードをエラー制御デコードすることによって訂正したエラー数と、前記デスクランブル第2 F E Cコードワードをエラー制御デコードすることによって訂正したエラー数との和を用いることを特徴とする方法。

【請求項59】

請求項57記載の方法において、少なくとも部分的に前記第2パラメータ・コードワードから、フレームの前記スペクトル情報を再構成することを特徴とする方法。

【請求項60】

ビット・ストリームからデジタル信号サンプルをデコードする方法であって、前記ビット・ストリームを1つ以上のビット・フレームに分割するステップと、ビット・フレームから第1 F E Cコードワードを抽出するステップと、前記第1 F E Cコードワードをエラー制御デコードして、第1パラメータ・コードワードを生成するステップと、前記第1パラメータ・コードワードを用いて、前記ビット・フレームがトーン信号に対応するか否か判断するステップと、

20

前記ビット・フレームがトーン信号に対応すると判断した場合、前記第1パラメータ・コードワードからトーン振幅ビットを抽出し、あるいは前記ビット・フレームがトーン信号に対応しないと判断した場合、前記第1コードワードからピッチ・ビット、発声ビット、および利得ビットを抽出するステップと、

30

前記トーン振幅ビットまたは前記ピッチ・ビット、発声ビットおよび利得ビットのいずれかを用いて、デジタル信号サンプルを計算するステップと、から成ることを特徴とする方法。

【請求項61】

請求項60記載の方法であって、更に、

前記第1パラメータ・コードワードから変調キーを発生するステップと、

前記変調キーからスクランプリング・シーケンスを計算するステップと、

前記ビット・フレームから第2 F E Cコードワードを抽出するステップと、

前記スクランプリング・シーケンスを前記第2 F E Cコードワードに適用して、デスクランブル第2 F E Cコードワードを生成するステップと、

40

前記デスクランブル第2 F E Cコードワードをエラー制御デコードして、第2パラメータ・コードワードを生成するステップと、

前記第2パラメータ・コードワードを用いて、デジタル信号サンプルを計算するステップと、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項62】

請求項61記載の方法であって、更に、

前記第1 F E Cコードワードのエラー制御デコードによって訂正したエラー数と、前記デスクランブル第2 F E Cコードワードのエラー制御デコードによって訂正したエラー数

50

とを合計して、エラー計量を計算するステップと、

前記エラー計量が閾値を超過した場合、フレーム・エラー処理を適用するステップであって、前記フレーム・エラー処理が、以前のフレームからの前記再構成したモデル・パラメータを繰り返すことを含む、ステップと、
を含むことを特徴とする方法。

【請求項 6 3】

請求項 6 1 記載の方法において、前記第 2 パラメータ・コードワードから追加スペクトル・ビットを抽出し、そして前記デジタル信号サンプルを再構成するために用いることを特徴とする方法。

【請求項 6 4】

請求項 6 3 記載の方法において、前記ビット・フレームがトーン信号に対応すると判断した場合、前記スペクトル・ビットはトーン・インデックス・ビットを含むことを特徴とする方法。

【請求項 6 5】

請求項 6 4 記載の方法において、前記第 1 パラメータ・コードワードにおけるビットの一部が、前記ピッチ・ビットの不許可値に対応する既知のトーン識別値に等しい場合、前記ビット・フレームがトーン信号に対応すると判断すること、を特徴する方法。

【請求項 6 6】

請求項 6 4 記載の方法において、前記トーン・インデックス・ビットを用いて、前記ビット・フレームが信号周波数トーン、DTMF トーン、Kn ox トーン、または呼進展トーンのどれに対応するか識別することを特徴とする方法。

【請求項 6 7】

請求項 6 4 記載の方法において、

前記スペクトル・ビットを用いて、前記フレームに対する 1 組の対数スペクトル強度パラメータを再構成し、

前記利得ビットを用いて、前記対数スペクトル強度パラメータの平均値を決定すること、
を特徴とする方法。

【請求項 6 8】

請求項 6 7 記載の方法において、前記発声ビットを発声コードブックへのインデックスとして用いて、前記フレームの発声判断を再構成することを特徴とする方法。

【請求項 6 9】

請求項 6 7 記載の方法において、

グレイ・デコーダによって前記第 1 FEC コードワードをデコードし、

前記第 1 パラメータ・コードワードから、4 つのピッチ・ビットと、4 つの発声ビットと、4 つの利得ビットを抽出することを特徴とする方法。

【請求項 7 0】

請求項 6 3 記載の方法において、前記発声ビットを発声コードブックへのインデックスとして用いて、前記フレームの発声判断を再構成することを特徴とする方法。

【請求項 7 1】

請求項 6 0 記載の方法において、前記発声ビットを発声コードブックへのインデックスとして用いて、前記フレームの発声判断を再構成することを特徴とする方法。

【請求項 7 2】

ビット・フレームを音声サンプルにデコードする方法であって、

前記ビット・フレーム内にあるビット数を判定するステップと、

前記ビット・フレームからスペクトル・ビットを抽出するステップと、

前記スペクトル・ビットの 1 つ以上を用いて、スペクトル・コードブック・インデックスを形成するステップであって、少なくとも部分的に前記ビット・フレーム内にあるビット数によって、前記インデックスを決定する、前記のステップと、

前記スペクトル・コードブック・インデックスを用いてスペクトル情報を再構成するス

10

20

30

40

50

テップと、

前記再構成したスペクトル情報を用いて音声サンプルを計算するステップと、
から成るデコード方法。

【請求項 7 3】

請求項 7 2 記載の方法において、前記ビット・フレームから、ピッチ・ビット、発声ビットおよび利得ビットも抽出することを特徴とする方法。

【請求項 7 4】

請求項 7 3 記載の方法において、前記発声ビットを発声コードブックへのインデックスとして用いて、発声情報を再構成し、該発声情報も用いて前記音声サンプルを計算することを特徴とする方法。

10

【請求項 7 5】

請求項 7 4 記載の方法において、前記ピッチ・ビットの一部および前記発声ビットの一部が既知のトーン識別値に等しい場合、前記ビット・フレームがトーン信号に対応すると判断することを特徴とする方法。

【請求項 7 6】

請求項 7 5 記載の方法において、

前記スペクトル情報は、1組の対数スペクトル強度パラメータを含み、

前記利得ビットを用いて、前記対数スペクトル強度パラメータの平均値を決定すること

を特徴とする方法。

20

【請求項 7 7】

請求項 7 6 記載の方法において、フレームについて前記抽出した前記スペクトル・ビットを、以前のフレームからの前記再構成した対数スペクトル強度パラメータと組み合わせて用いることにより、前記フレームの前記対数スペクトル強度パラメータを再構成することを特徴とする方法。

【請求項 7 8】

請求項 7 6 記載の方法において、フレームの前記対数スペクトル強度パラメータの平均値は、前記フレームについて前記抽出した前記利得ビット、および以前のフレームの前記対数スペクトル強度パラメータの平均値から決定することを特徴とする方法。

【請求項 7 9】

請求項 7 6 記載の方法において、前記ビット・フレームは、基本周波数を表す7つのピッチ・ビットと、発声判断を表す5つの発声ビットと、前記信号レベルを表す5つの利得ビットとを含むことを特徴とする方法。

30

【請求項 8 0】

請求項 7 4 記載の方法において、

前記スペクトル情報は、1組の対数スペクトル強度パラメータを含み、

前記利得ビットを用いて、前記対数スペクトル強度パラメータの平均値を決定すること

を特徴とする方法。

【請求項 8 1】

請求項 8 0 記載の方法において、フレームについて前記抽出した前記スペクトル・ビットを、以前のフレームからの前記再構成した対数スペクトル強度パラメータと組み合わせて用いることにより、前記フレームの前記対数スペクトル強度パラメータを再構成することを特徴とする方法。

40

【請求項 8 2】

請求項 8 0 記載の方法において、フレームの前記対数スペクトル強度パラメータの平均値は、前記フレームについて前記抽出した前記利得ビット、および以前のフレームの前記対数スペクトル強度パラメータの平均値から決定することを特徴とする方法。

【請求項 8 3】

請求項 8 0 記載の方法において、前記ビット・フレームは、基本周波数を表す7つのピッ

50

チ・ビットと、発声判断を表す5つの発声ビットと、前記信号レベルを表す5つの利得ビットとを含むことを特徴とする方法。

【請求項84】

請求項73記載の方法において、

前記スペクトル情報は、1組の対数スペクトル強度パラメータを含み、

前記利得ビットを用いて、前記対数スペクトル強度パラメータの平均値を決定すること

を特徴とする方法。

【請求項85】

請求項84記載の方法において、フレームについて前記抽出した前記スペクトル・ビットを、以前のフレームからの前記再構成した対数スペクトル強度パラメータと組み合わせて用いることにより、前記フレームの前記対数スペクトル強度パラメータを再構成することを特徴とする方法。 10

【請求項86】

請求項84記載の方法において、フレームの前記対数スペクトル強度パラメータの平均値は、前記フレームについて前記抽出した利得ビット、および以前のフレームの前記対数スペクトル強度パラメータの平均値から決定することを特徴とする方法。

【請求項87】

請求項84記載の方法において、前記ビット・フレームは、基本周波数を表す7つのピッチ・ビットと、発声判断を表す5つの発声ビットと、前記信号レベルを表す5つの利得ビットとを含むことを特徴とする方法。 20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、音声、トーンおよびその他のオーディオ信号のエンコードおよび/またはデコード処理に関する。

【背景技術】

【0002】

音声のエンコードおよびデコード処理には多数の用途があり、広範囲にわたって研究されてきた。一般に、音声のコード化は、音声圧縮としても知られており、音声の品質または了解度を実質的に低下させることなく、音声信号を表すために必要なデータ・レートを低下させようとするものである。音声圧縮技法は、音声コードによって実現することができ、音声コードのことをボイス・コードまたはボコードと呼ぶこともある。 30

【0003】

音声コードは、一般に、エンコードおよびデコードを含むと見なされる。エンコードは、マイクロフォンが生成するアナログ信号を入力として有するアナログ/デジタル変換器の出力に発生することができるような圧縮ビット・ストリームを、音声のデジタル表現から生成する。デコードは、圧縮ビット・ストリームを、デジタル/アナログ変換器およびスピーカによる再生に適した、音声のデジタル表現に変換する。多くの用途では、エンコードおよびデコードは、物理的に分離されており、ビット・ストリームをこれらの間で送信するには、通信チャネルを用いる。 40

【0004】

音声コードの主要なパラメータの1つに、コードが達成する圧縮量があり、これは、エンコードが生成するビット・ストリームのビット・レートによって測定する。エンコードのビット・レートは、一般に、所望の忠実度(即ち、音声の品質)、および用いられる音声コードの形式の関数である。異なるビット・レートで動作する様々な形式の音声コードが設計されている。最近では、10kbp/s未満で動作する低から中程度のレートの音声コードが、広範囲の移動通信に応用するために関心を集めている(例えば、セルラ・テレフォニ、衛星テレフォニ、陸線移動無線通信、および飛行機内テレフォニ)。これらの用途では、高い品質の音声、ならびに音響ノイズおよびチャネル・ノイズ(例えば、ビット 50

・エラー)によって生ずるアーチファクトに対するロバスト性が要求されるのが通例である。

【0005】

音声は、一般に、時間の経過と共に変化する信号特性を有する非定常信号と見なされる。この信号特性の変化は、一般に、人の声道の特性において作られる変化と関連付けられ、異なる音を生成する。通例、音は、ある短い期間、通例では10から100msの間維持され、次いで声道が再度変化して、次の音を生成する。音と音との間の遷移は、遅く連続的であったり、あるいは遷移は音声「開始」(onset)の場合のように素早いこともある。この信号特性の変化のために、ビット・レートが低くなるに連れて、音声をエンコードすることが増々難しくなる。何故なら、音によっては、他の音よりも本来的にエンコードが難しい場合もあり、音声コーデは、音声信号の特性遷移に適應する能力を保存しつつ、受当な忠実度で全ての音をエンコードできなければならないからである。低から中程度のビット・レートの音声コーデの性能は、ビット・レートを可変とすることによって改善することができる。可変ビット・レート音声コーデでは、音声の各セグメントに対するビット・レートは、ユーザの入力、システムの負荷、端末の設計または信号特性というような種々の要因に応じて、2つ以上の選択肢の間で変化させることができる。

10

【0006】

低から中程度のデータ・レートにおいて音声をコード化する主な手法には何種類かある。例えば、線形予測コード化(LPC)に基づく手法では、短期および長期予測器を用いて、以前のサンプルから新しい音声の各フレームを予測しようとする。予測エラーは、いくつかの手法の1つを用いて量子化するのが通例であり、その中で、CELPおよび/またはマルチ・パルスの2例をあげておく。線形予測法の利点は、時間分解能が高いことであり、無声音(unvoiced sound)のコード化に役立つ。即ち、この方法には、破裂音および過渡(transient)が結局は過度に不明瞭になることはないという効果がある。しかしながら、有声音では、コード化した信号における周期性が不十分なことから、コード化した音声は粗雑にまたはしゃがれ声に聞こえる場合が多く、線形予測には難点がある。この問題は、データ・レートが低くなる程、長いフレーム・サイズが必要となるのが通例であり、そのための長期予測器は周期性を再構成するには有効性が劣るため、一層深刻となる。

20

【0007】

低から中程度のレートの音声コーデの別の先端的手法に、モデルに基づく音声コーデ即ちボコーデがある。ボコーデは、音声を、短い時間期間における励起に対するシステムの応答としてモデル化する。ボコーデ・システムの例には、MELPのような線形予測ボコーデ、同形ボコーデ(homomorphic vocoder)、チャンネル・ボコーデ、正弦変換コーデ(「STC」)、調和ボコーデ(harmonic vocoder)、およびマルチバンド励起(「MBE」)ボコーデが含まれる。これらのボコーデでは、音声は短いセグメント(通例、10から40ms)に分割され、各セグメントを1組のモデル・パラメータによって特徴化する。これらのパラメータは、通例、当該セグメントの調子、発声状態、およびスペクトル包絡線等のような、各音声セグメントの数個の基本的な要素を表す。これらのパラメータ毎に、多数の公知の表現の1つを用いるボコーデも可能である。例えば、調子は、ピッチ周期、基本周波数またはピッチ周波数(ピッチ周期の逆数)として、または長期予測遅延として表すことができる。同様に、発声状態は、1つ以上の発声計量(voicing metrics)、発声確率測定、または1組の発声判断(voicing decision)によって表すことができる。スペクトル包絡線は、全極フィルタ応答によって表されることが多いが、1組のスペクトル強度またはその他のスペクトル測定値によって表すこともできる。これらは、少数のパラメータのみを用いて、音声セグメントを表現することができるので、ボコーデのような、モデルに基づく音声コーデは、通例では、中程度から低データ・レートで動作することができる。しかしながら、モデルに基づくシステムの品質は、基礎となるモデルの精度に左右される。したがって、これらの音声コーデが高い音声品質を達成しなければならないとすると、忠実度が高いモデルを用いる必要がある。

30

40

【0008】

50

M B E ボコーダは、M B E 音声モデルに基づく高調波ボコーダであり、多くの用途において優れた動作を行うことが示されている。M B E ボコーダは、有声音の高調波表現を、M B E 音声モデルに基づく、柔軟な周波数依存発声構造と組み合わせる。これによって、M B E ボコーダは、自然な発音の無声音(natural sounding unvoiced speed)を生成することができ、音響背景ノイズの存在に対するM B E ボコーダのロバスト性が高められる。これらの特性により、M B E ボコーダは、低から中程度のデータ・レートにおいて生成される音声の品質を高めることができ、多数の商用移動通信用途においてM B E ボコーダが利用されるようになった。

【0009】

M B E 音声モデルは、調子に対応する基本周波数、1組の発声計量または判断、および声道の周波数応答に対応する1組のスペクトル強度を用いて、音声のセグメントを表す。M B E モデルは、従来のセグメント毎に1つのV/U V判断を、1組の判断に一般化し、各判断は、特定の周波数帯域即ち領域における発声状態を表す。これによって、各フレームを、少なくとも有聲および無聲周波数領域に分割する。こうして、発声モデルにおいて柔軟性を高めることにより、M B E モデルは、一部の有聲摩擦音のような、混合発声音に対する適応性を高め、音響背景ノイズによって潰された音声の表現精度を高めることができ、いずれの判断においてもエラーに対する感応性を低下させる。この一般化の結果、ボイス品質および了解度が向上したことが、広範な試験によって示されている。

【0010】

M B E に基づくボコーダには、I M B E (商標) 音声コーダが含まれる。I M B E (商標) 音声コーダは、APCO Project 25 (“P25”)を含む多数のワイヤレス通信システムにおいて用いられている。このP25ボコーダ規格は、7200 p b s のI M B E (商標) ボコーダから成り、これは4400 b p s の圧縮ボイス・データを、2800 b p s のフォワード・エラー制御(F E C)データと組み合わせる。「APCOプロジェクト25ボコーダの説明」と題する電気通信業界協会(T I A)の文書T I A - 102 B A B Aにおいて、これは文書化されている。その内容は、ここで引用したことにより、本願にも含まれることとする。

【0011】

M B E に基づく音声コーダのエンコーダは、各音声セグメント毎に1組のモデル・パラメータを推定する。M B E モデル・パラメータは、基本周波数(ピッチ周期の逆数)、発声状態を特徴化する1組のV/U V計量または判断、およびスペクトル包絡線の特徴化する1組のスペクトル強度を含む。M B E モデル・パラメータをセグメント毎に推定した後、エンコーダは、パラメータを量子化して1フレームのビットを生成する。オプションとして、エンコーダは、エラー訂正/検出コード(F E C)でこれらのビットを保護した後に、インターリーブし、その結果得られたビット・ストリームを対応するデコーダに送信する。

【0012】

M B E に基づくボコーダにおけるデコーダは、M B E モデル・パラメータ(基本周波数、発声情報、およびスペクトル強度)を、受信したビット・ストリームから音声のセグメント毎に再構成する。この再構成の一部として、デコーダは、デインターリーブ処理およびエラー制御デコード処理を行い、ビット・エラーを訂正および/または検出する。加えて、位相再生(phase regeneration)もデコーダによって行われ、合成位相情報を計算するのが通例である。例えば、APCO Project 25 Vocoder Descriptionに指定され、米国特許第5,081,681号および第5,664,051号に記載されている1つの方法では、ランダム位相再生を用い、ランダム性の量は、発声判断によって異なる。

【0013】

デコーダは、再構成したM B E モデル・パラメータを用いて、元の音声に知覚的に高度に類似した音声信号を合成する。通常、有聲、無聲、そしてオプションとしてパルス状音声に対応する別個の信号成分は、各セグメント毎に合成され、次いで得られた成分を合計して、合成音声信号を形成する。このプロセスを音声のセグメント毎に繰り返し、完全な

音声信号を再生し、D/A変換器およびラウドスピーカを介して出力する。無声信号成分を合成するには、枠重複加算法(windowed overlap-add method)を用いて、白色ノイズ信号を濾過する。フィルタの時間変動スペクトル包絡線は、無声と指定された周波数領域において再構成された一連のスペクトル強度から決定され、他の周波数領域は0に設定される。

【0014】

デコーダは、数種類の方法の内1つを用いて、有声信号成分を合成することができる。APCO Project 25 Vocoder Descriptionにおいて指定されている1つの方法では、高周波発振器の1群を用い、基本周波数の各高調波毎に1つずつ発振器を割り当て、発振器全てからの寄与を加算して、有声信号成分を形成する。

10

【0015】

APCO Project 25 移動無線通信システムのために標準化された7200bpsのIMBE(商標)ポコダは、144ビットを用いて各20msフレームを表す。これらのビットは、56の冗長FECビット(GolayおよびHammingコード化の組み合わせを適用する)、1ビットの同期ビット、および87ビットのMBEパラメータ・ビットに分割される。87ビットのMBEパラメータ・ビットは、基本周波数を量子化するための8ビットと、二進有声/無声判断を量子化する3~12ビットと、スペクトル強度を量子化する67~76ビットから成る。得られた144ビット・フレームは、エンコーダからデコーダに送信される。デコーダは、エラー訂正を実行した後に、エラー・デコード・ビットからMBEモデル・パラメータを再構成する。次いで、デコーダは、再構成したモデル・パラメータを用いて、有声および無声信号成分を合成し、これらを合計して、デコード音声信号を形成する。

20

【特許文献1】米国特許第5,081,681号

【特許文献2】米国特許第5,664,051号

【非特許文献1】APCO Project 25 Vocoder Description

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0016】

多岐にわたる形態の1つでは、デジタル音声サンプル・シーケンスをビット・ストリームにエンコードする際、デジタル音声サンプルを1つ以上のフレームに分割し、フレーム毎にモデル・パラメータを計算し、モデル・パラメータを量子化して、ピッチ情報を伝達するピッチ・ビットと、発声情報を伝達する発声ビットと、信号レベル情報を伝達する利得ビットとを生成することを含む。ピッチ・ビットの1つ以上を、発声ビットの1つ以上および利得ビットの1つ以上と組み合わせる第1パラメータ・コードワードを作成し、これをエラー制御コードでエンコードして第1FECコードワードを生成する。第1FECコードワードを1フレームのビット・ストリームに含ませる。

30

【0017】

種々の実現例では、1つ以上の以下の特徴を含むことができる。例えば、1フレームのパラメータを計算するには、基本周波数パラメータ、1つ以上の発声判断、および1組のスペクトル・パラメータを計算することを含むとよい。モデル・パラメータは、マルチバンド励起音声モデルを用いて計算するとよい。

40

【0018】

モデル・パラメータを量子化する際、対数関数を基本周波数パラメータに適用することによって、ピッチ・ビットを生成し、更にフレームについての発声判断と一緒に量子化することによって、発声ビットを生成することを含むとよい。発声ビットは、発声コードブックへのインデックスを表し、発声コードブックの値は、インデックスの2つ以上の異なる値に対して同一としてもよい。

【0019】

第1パラメータ・コードワードは12ビットで構成することができる。例えば、ピッチ・ビットの内4ビットと、発声ビットの内4ビットと、利得ビットの内4ビットを組み合

50

わせることによって、第1パラメータ・コードワードを形成することができる。第1パラメータ・コードワードは、ゴレイ・エラー制御コードでエンコードするとよい。

【0020】

スペクトル・パラメータは、1組の対数スペクトル強度を含むことができ、利得ビットは、少なくとも部分的に、対数スペクトル強度の平均を計算することによって生成することができる。対数スペクトル強度を量子化して、スペクトル・ビットを生成することができる。スペクトル・ビットの少なくとも一部を組み合わせて第2パラメータ・コードワードを作成し、これを第2エラー制御コードでエンコードして、第2FECコードワードを生成することができる。これを1フレームのビット・ストリームに含ませることができる。

【0021】

ピッチ・ビット、発声ビット、利得ビットおよびスペクトル・ビットを、各々、上位ビットおよび下位ビットに分割する。上位側のピッチ・ビット、発声ビット、利得ビット、およびスペクトル・ビットを第1パラメータ・コードワードおよび第2パラメータ・コードワードに含ませ、エラー制御コードでエンコードする。下位側のピッチ・ビット、発声ビット、利得ビット、およびスペクトル・ビットを、エラー制御コードでエンコードせずに、フレームのビット・ストリームに含ませる。一実施形態では、ピッチ・ビットは7ビットであり、これを上位側の4つのピッチ・ビットと下位側の3つのピッチ・ビットとに分割し、発声ビットは5ビットであり、これを上位側の4つの発声ビットと、最下位の発声ビットとに分割し、利得ビットは5ビットであり、これを上位側の4つの利得ビットと、最下位の利得ビットとに分割する。第2パラメータ・コードは、上位側の12スペクトル・ビットを含むことができ、これらをゴレイ・エラー制御コードでエンコードして、第2FECコードワードを生成する。

【0022】

第1パラメータ・コードワードから変調キーを計算することができる。変調キーからスクランプリング・シーケンスを発生することができる。スクランプリング・シーケンスをFECコードワードと組み合わせて、スクランブル第2FECコードワードを生成し、フレームのビット・ストリームに含ませることができる。

【0023】

所定のトーン信号を検出することもできる。フレームに対するトーン信号を検出した場合、トーン識別ビットおよびトーン振幅ビットを第1パラメータ・コードワードに含ませる。トーン識別ビットによって、フレームのビットを、トーン信号に対応するものとして識別することが可能となる。フレームに対するトーン信号を検出した場合、トーン信号の周波数情報を判定する追加のトーン・インデックス・ビットをフレームのビット・ストリームに含ませることができる。トーン識別ビットは、1組の不許可のピッチ・ビットに対応し、フレームのビットを、トーン信号に対応するものとして識別可能とすることができる。ある実施形態では、フレームに対するトーン信号を検出した場合、第1パラメータ・コードワードは、6つのトーン識別ビットと、6つのトーン振幅ビットとを含む。

【0024】

多岐にわたる形態の別の1つでは、ビット・ストリームからデジタル音声サンプルをデコードする場合に、ビット・ストリームを1つ以上のビット・フレームに分割し、ビット・フレームから第1FECコードワードを抽出し、第1FECコードワードをエラー制御デコードして、第1パラメータ・コードワードを生成する。第1パラメータ・コードワードからピッチ・ビットと、発声ビットと、利得ビットとを抽出する。抽出したピッチ・ビットを用いて、少なくとも部分的にフレームのピッチ情報を再構成し、抽出した発声ビットを用いて、少なくとも部分的にフレームの発声情報を再構成し、抽出した利得ビットを用いて、少なくとも部分的にフレームの信号レベル情報を再構成する。1つ以上のフレームについて再構成したピッチ情報、発声情報および信号レベル情報を用いて、デジタル音声サンプルを計算する。

【0025】

種々の実施例では、1つ以上の先に記した特徴、および1つ以上の以下の特徴を含むこ

10

20

30

40

50

とができる。例えば、フレームのピッチ情報は、基本周波数パラメータを含むことができ、フレームの発声情報は1つ以上の発声判断を含むことができる。フレームの発声判断を再構成するには、発声ビットを発声コードブックへのインデックスとして用いるとよい。発声コードブックの値は、2つ以上の異なるインデックスに対して同一としてもよい。

【0026】

フレームのスペクトル情報も再構成することができる。フレームのスペクトル情報は、少なくとも部分的に、1組の対数スペクトル強度パラメータを含むことができる。信号レベル情報を用いて、対数スペクトル強度パラメータの平均値を決定することができる。ゴレイ・デコーダによって第1 F E Cコードワードをデコードすることができる。第1パラメータ・コードワードから、4つのピッチ・ビットと、4つの発声ビットと、4つの利得ビットを抽出することができる。第1パラメータ・コードワードから変調キーを発生することができる。変調キーからスクランプリング・シーケンスを計算することができる。ビット・フレームから第2 F E Cコードワードを抽出することができる。スクランプリング・シーケンスを第2 F E Cコードワードに適用して、デスクランブルした第2 F E Cコードワードを生成することができる。これをエラー制御デコードして、第2パラメータ・コードワードを生成することができる。少なくとも部分的に第2パラメータ・コードワードから、1フレームのスペクトル情報を再構成することができる。

10

【0027】

第1 F E Cコードワードのエラー制御デコード、およびデスクランブル第2 F E Cコードワードのエラー制御デコードから、エラー計量を計算することができる。エラー計量が閾値を超過する場合、フレーム・エラー処理を適用することができる。フレーム・エラー処理は、以前のフレームから再構成したモデル・パラメータを、現フレームのために繰り返すことを含むことができる。エラー計量は、第1 F E Cコードワードをエラー制御デコードすることによって訂正したエラー数と、デスクランブル第2 F E Cコードワードをエラー制御デコードすることによって訂正したエラー数との和を用いるとよい。

20

【0028】

多岐にわたる形態の別の1つでは、ビット・ストリームからデジタル信号サンプルをデコードする場合に、ビット・ストリームを1つ以上のビット・フレームに分割し、ビット・フレームから第1 F E Cコードワードを抽出し、第1 F E Cコードワードをエラー制御デコードして、第1パラメータ・コードワードを生成し、第1パラメータ・コードワードを用いて、ビット・フレームがトーン信号に対応するか否か判定することを含む。ビット・フレームがトーン信号に対応すると判断した場合、第1パラメータ・コードワードからトーン振幅ビットを抽出する。あるいは、ビット・フレームがトーン信号に対応しないと判断した場合、第1コードワードからピッチ・ビット、発声ビット、および利得ビットを抽出する。トーン振幅ビットまたはピッチ・ビット、発声ビットおよび利得ビットのいずれかを用いて、デジタル信号サンプルを計算する。

30

【0029】

種々の実現例は、1つ以上の先に記した特徴、および1つ以上の以下の特徴を含むことができる。例えば、第1パラメータ・コードワードから変調キーを発生することができる。変調キーからスクランプリング・シーケンスを計算することができる。ビット・フレームから抽出した第2 F E Cコードワードにスクランプリング・シーケンスを適用し、デスクランブル第2 F E Cコードワードを生成して、これをエラー制御デコードして、第2パラメータ・コードワードを生成することができる。第2パラメータ・コードワードを用いて、デジタル信号サンプルを計算することができる。

40

【0030】

第1 F E Cコードワードのエラー制御デコードによって訂正したエラー数と、デスクランブル第2 F E Cコードワードのエラー制御デコードによって訂正したエラー数とを合計して、エラー計量を計算することができる。エラー計量が閾値を超過した場合、フレーム・エラー処理を適用することができる。フレーム・エラー処理は、以前のフレームからの再構成したモデル・パラメータを繰り返すことを含むことができる。

50

【0031】

第2パラメータ・コードワードから追加スペクトル・ビットを抽出し、デジタル信号サンプルを再構成するために用いることができる。ビット・フレームがトーン信号に対応すると判断した場合、スペクトル・ビットはトーン・インデックス・ビットを含む。第1パラメータ・コードワードにおけるビットの一部が、ピッチ・ビットの不許可値に対応する既知のトーン識別値に等しい場合、ビット・フレームがトーン信号に対応すると判断することができる。トーン・インデックス・ビットを用いて、ビット・フレームが信号周波数トーン、DTMFトーン、Knoxトーン、または呼進展トーンのどれに対応するか識別することができる。

【0032】

スペクトル・ビットを用いて、フレームに対する1組の対数スペクトル強度パラメータを再構成することができ、利得ビットを用いて、対数スペクトル強度パラメータの平均値を決定することができる。

【0033】

グレイ・デコーダによって第1FECコードワードをデコードすることができる。第1パラメータ・コードワードから、4つのピッチ・ビットと、4つの発声ビットと、4つの利得ビットを抽出することができる。発声ビットを発声コードブックへのインデックスとして用い、フレームの発声判断を再構成することができる。

【0034】

多岐にわたる形態の別の1つでは、ビット・フレームを音声サンプルにデコードする場合、ビット・フレーム内にあるビット数を判定し、ビット・フレームからスペクトル・ビットを抽出し、スペクトル・ビットの1つ以上を用いて、スペクトル・コードブック・インデックスを形成することを含み、少なくとも部分的にビット・フレーム内にあるビット数によって、インデックスを決定する。スペクトル・コードブック・インデックスを用いてスペクトル情報を再構成し、再構成したスペクトル情報を用いて音声サンプルを計算する。

【0035】

種々の実施形態では、1つ以上の先に記した特徴、および1つ以上の以下の特徴を含むことができる。例えば、ビット・フレームから、ピッチ・ビット、発声ビットおよび利得ビットも抽出することができる。発声ビットを発声コードブックへのインデックスとして用いて、発声情報を再構成し、この発声情報も用いて音声サンプルを計算することができる。ピッチ・ビットの一部および発声ビットの一部が既知のトーン識別値に等しい場合、ビット・フレームがトーン信号に対応すると判断することができる。スペクトル情報は、1組の対数スペクトル強度パラメータを含むことができ、利得ビットを用いて、対数スペクトル強度パラメータの平均値を決定することができる。フレームについて抽出したスペクトル・ビットを、以前のフレームから再構成した対数スペクトル強度パラメータと組み合わせることで、1フレームの対数スペクトル強度パラメータを再構成することができる。1フレームの対数スペクトル強度パラメータの平均値は、フレームについて抽出した利得ビット、および以前のフレームの対数スペクトル強度パラメータの平均値から決定することができる。ある実施形態では、ビット・フレームは、基本周波数を表す7つのピッチ・ビットと、発声判断を表す5つの発声ビットと、信号レベルを表す5つの利得ビットとを含むことができる。

【0036】

以上の技法を用いれば、3600bpsで動作する「半レート」MBEボコーダを設けることができ、新たなボコーダは半分のデータ・レートで動作するにも拘わらず、標準的な「最大レート」の7200bps APCO Project 25 ボコーダと実質的に同じ、またはそれ以上の性能を得ることができる。半レート・ボコーダのデータ・レートが大幅に低いことにより、標準的な最大レート・ボコーダと比較して、通信効率を格段に向上させることができる(即ち、送信に必要なRFスペクトル量)。

【0037】

10

20

30

40

50

2003年1月30日に出願され、"Voice Transcoder" (ボイス・トランスコーダ) と題し、この引用により本願にも含まれることとする、関連特許出願第10/353,974号では、異なるMBEボコーダ間において相互利用を可能にする方法を開示する。この方法は、最大レートのボコーダを用いる現行の機器と、ここに記載する半レート・ボコーダを用いる新たな機器との間で相互利用を可能にするために用いることができる。先に論じた技法の種々の実現例には、方法またはプロセス、システムまたは装置、あるいはコンピュータ・アクセス可能媒体上のコンピュータ・ソフトウェアを含むことができる。他の特徴も、図面を含む以下の説明、および特許請求の範囲から明らかとなる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0038】

図1は、マイクロフォン105からのアナログ音声または何らかのその他の信号をサンプリングする音声コーダ即ちボコーダ・システム100を示す。アナログ/デジタル(「A/D」)変換器110が、サンプリングされた音声をデジタル化し、デジタル音声信号を生成する。デジタル音声信号は、MBE音声エンコーダ・ユニット115によって処理され、送信または格納に適したデジタル・ビット・ストリーム120を生成する。通例では、音声エンコーダは、デジタル音声信号を短いフレーム単位で処理する。デジタル音声サンプルの各フレームは、エンコーダのビット・ストリーム出力における、対応するビット・フレームを生成する。一実現例では、フレーム・サイズは、期間が20msであり、8kHzのサンプリング・レートで160個のサンプルから成る。用途によっては、各フレームを2つの10msサブフレームに分割することによって、性能を向上させることもできる。

【0039】

また、図1は、受信ビット・ストリーム125も示す。ビット・ストリーム125は、MBE音声デコーダ・ユニット130に入力され、MBE音声デコーダ・ユニット130は、各ビット・フレームを処理して、対応する合成音声サンプルのフレームを生成する。次に、デジタル/アナログ(「D/A」)変換ユニット135が、デジタル音声サンプルをアナログ信号に変換し、これをスピーカ・ユニット140に受け渡し、人の聴取に適した音響信号に変換することができる。

【0040】

図2は、MBEエンコーダ・ユニット200を含むMBEボコーダを示す。MBEエンコーダ200は、パラメータ推定ユニット205を用いて、フレーム毎に、一般化したMBEモデル・パラメータを推定する。また、パラメータ推定ユニット205は、ある種のトーン信号を検出し、ボイス/トーン・フラグを含むトーン・データを出力する。次に、1フレームの出力は、当該フレームのトーン信号が検出されたか否かに応じて、MBEパラメータ量子化ユニット210によって処理してボイス・ビットを生成するか、あるいはトーン量子化ユニット215によって処理してトーン・ビットを生成する。セクタ・ユニット220は、該当するビット(トーン信号が検出された場合にはトーン・ビット、またトーン信号が検出されない場合にはボイス・ビット)を選択し、選択したビットをFECエンコード・ユニット225に出力する。FECエンコード・ユニット225は、量子化ビットを冗長フォワード・エラー訂正(「FEC」)データと組み合わせ、このフレームの送信ビットを形成する。冗長FECデータを追加することによって、デコーダは、送信チャネルにおける劣化に起因するビット・エラーを訂正および/または検出することが可能となる。実現例によっては、パラメータ推定ユニット205はトーン信号を検出せず、トーン量子化ユニット215およびセクタ・ユニット220は設けられない。

【0041】

一実現例では、次世代無線機器に用いるのに非常に適している3600bps MBEボコーダが開発されている。この半レートの実現例は、72ビットを収容する20msフレームを用い、これらのビットを23ビットのFECビットおよび49ビットのボイスまたはトーン・ビットに分割する。23ビットのFECビットは、1つの[24、12]拡張ゴレイ・コードと、1つの[23、12]ゴレイ・コードで形成されている。FECビッ

10

20

30

40

50

トは、フレームの内最も敏感な24ビットを保護し、これら保護対象ビットにおけるある種のビット・エラーを訂正および/または検出することができる。残りの25ビットは、ビット・エラーに対する感応性が低く、保護されていない。ボイス・ビットは、基本周波数を量子化するための7ビットと、8周波数帯域にわたる発声判断をベクトル量子化するための5ビットと、スペクトル強度を量子化する37ビットに分割されている。最も敏感なビットにおけるビット・エラーを検出する機能を高めるために、FECエンコード・ユニット225内部において、データ依存スクランブリング(data dependent scrambling)を[23、12]ゴレイ・コードに適用する。12入力ビットに基づく変調キーから、[24、12]ゴレイ・コードに対して、疑似ランダム・スクランブリング・シーケンスを発生する。次いで、排他的論理和を用いて、このスクランブリング・シーケンスを、[23、12]ゴレイ・エンコーダからの23出力ビットと組み合わせる。データ依存スクランブリングは、米国特許第5,870,405号および第5,517,511号に記載されており、その内容はここで引用したことにより、本願にも含まれることとする。[4×18]行・列インターリーバを適用しても、バースト・エラーの影響が低減する。

10

20

30

40

50

【0042】

また、図2は、MBEデコーダ・ユニット230のブロック図も示す。MBEデコーダ・ユニット230は、受信したビット・ストリームから得た1フレームのビットを処理し、出力デジタル音声信号を生成する。MBEデコーダは、FECデコード・ユニット235を含み、FECデコード・ユニット235は、受信したビット・ストリームにおいてビット・エラーを訂正および/または検出し、ボイスまたはトーン量子化ビットを生成する。FECデコード・ユニットは、通例、FECエンコーダが実行するステップを逆行を行うために必要な、データ依存デスクランブリングおよびデインターリーピングを含む。FECデコーダ・ユニット235は、オプションとして、ソフト判断ビットを用いてもよく、その場合、受信した各ビットを表すには、2つよりも多い可能なレベルを用い、エラー制御デコード性能を高めるようにする。フレームの量子化ビットは、FECデコード・ユニット235によって出力され、パラメータ再構成ユニット240によって処理され、エンコーダが適用する量子化ステップを逆行を行うことによって、MBEモデル・パラメータまたはトーン・パラメータをフレームのために再構成する。こうして得られたMBEまたはトーン・パラメータは、次に、音声合成ユニット245によって用いられ、合成デジタル音声信号またはトーン信号を生成し、デコーダの出力となる。

【0043】

上述の実現例では、FECデコーダ・ユニット235は、データ依存スクランブリング動作を逆行を行う際、最初に、スクランブリングが適用されない[24、12]ゴレイ・コードをデコードし、次いで[24、12]ゴレイ・コードからの12出力ビットを用いて変調キーを計算する。次に、この変調キーを用いてスクランブリング・シーケンスを計算し、これを23入力ビットに適用した後、[23、12]ゴレイ・コードをデコードする。[24、12]ゴレイ・コード(最も重要なデータを収容する)が正しくデコードされていると仮定すると、エンコーダによって適用されるスクランブリング・シーケンスは完全に除去される。しかしながら、[24、12]ゴレイ・コードが正しくデコードされていない場合、エンコーダによって適用されたスクランブリング・シーケンスを除去することができず、[23、12]ゴレイ・コードによって多くのエラーが報告されることになる。この特性をFECデコーダが用いて、最初の12ビットが誤ってデコードされている虞れのあるフレームを検出する。

【0044】

FECデコーダは、両ゴレイ・デコーダが報告する訂正エラーの数を合計する。この合計が6以上の場合、フレームを無効と宣告し、合成の間現フレームのビットを用いない。代わりに、MBE合成ユニット235は、3回の連続するフレーム反復の後、フレーム反復またはミュート動作を実行する。フレーム反復の間、以前のフレームからデコードされたパラメータを現フレームに用いる。ミュート動作の間、低レベルの「ノイズ緩和」信号(comfort noise signal)を出力する。

【 0 0 4 5 】

図 2 に示す半レート・ボコーダの一実現例では、M B E パラメータ推定ユニット 2 0 5 および M B E 合成ユニット 2 3 5 は、一般に、APCO Project Vocoder Description (TIA-102BABA) に記載されている 7 2 0 0 b p s 最大レート APCO P25 において用いられている、対応するユニットと同一である。最大レート・ボコーダおよび半レート・ボコーダ間でこれらのエレメントを共有することにより、両ボコーダを実施するために必要なメモリを削減し、これによって、同一機器内に両ボコーダを実装するコストの低減を図る。加えて、この実現例では、2 0 0 3 年 1 月 3 0 日に出願され、"Voice Transcoder" (ボイス・トランスコーダ) と題する同時係属中の米国特許出願第 1 0 / 3 5 3 , 9 7 4 号に開示されている M B E トランスコード方法を用いることによって、この実現例における相互利用性を高めることができる。米国特許出願第 1 0 / 3 5 3 , 9 7 4 号の内容は、ここで引用したことにより、本願にも含まれることとする。代替実現例では、異なる分析および合成技法を含ませれば、ここに記載する半レート・ビット・ストリームとの相互利用性を維持しつつ、品質を向上させることができる。例えば、三状態発声モデル (有聲、無聲またはパルス状) を用いれば、破裂音およびその他の過渡音の歪みを低減しつつ、同時係属中の米国特許出願第 1 0 / 2 9 2 , 4 6 0 号に記載されている方法を用いて相互利用性を維持することができる。この特許出願は、2 0 0 2 年 1 1 月 1 3 日に出願され、"Interoperable Vocoder" (相互利用可能なボコーダ) と題し、ここで引用することにより本願のもその内容が含まれることとする。同様に、ボイス・アクティビティ検出器 (V A D : voice activity detector) を追加すれば、音声を背景ノイズから区別することができ、あるいはノイズ抑制を追加すれば、知覚される量の背景ノイズを低減することができる。他の代替実現例には、米国特許第 5 , 8 2 6 , 2 2 2 および第 5 , 7 1 5 , 3 6 5 号に記載されているようなピッチおよび発声推定方法の改良を代わりに用いて、ボイスの品質を向上させるものもある。

10

20

【 0 0 4 6 】

図 3 は、図 2 の M B E パラメータ推定ユニット 2 0 5 の一実現例を表す M B E パラメータ推定部 3 0 0 を示す。ハイパス・フィルタ 3 0 5 は、デジタル音声信号を濾過して、あらゆる D C レベルをこの信号から除去する。次に、ピッチ推定ユニット 3 1 0 が、この濾過した信号を処理して、2 0 m s フレーム毎に初期ピッチ推定値を決定する。また、濾過した音声はウィンドウ化および F F T ユニット 3 1 5 にも供給され、2 2 1 点ハミング・ウィンドウのようなウィンドウ関数と、濾過した音声を乗算し、F F T を用いて、ウィンドウ化した音声のスペクトルを計算する。

30

【 0 0 4 7 】

初期ピッチ推定値およびスペクトルは、次に、基本周波数推定部 3 2 0 によって更に処理され、基本周波数 f_0 、および当該フレームに伴う高調波の数 ($L = 0 . 4 6 2 7 / f_0$) を計算する。ここで、 $0 . 4 6 2 7$ は、サンプリング・レートで正規化した典型的なボコーダ帯域幅を表す。これらのパラメータは、発声判断発生部 3 2 5 およびスペクトル強度発生部 3 3 0 によってスペクトルと共に処理され、 $1 - L$ の範囲の高調波毎に、発声判断発生部 3 2 5 は、発声尺度 V_1 を計算し、スペクトル強度発生部 3 3 0 はスペクトル強度 M_1 を計算する。

40

【 0 0 4 8 】

オプションとして、トーン検出ユニット 3 3 5 によってスペクトルを更に処理してもよく、トーン検出ユニット 3 3 5 は、例えば、単一周波数トーン、D T M F トーン、および呼進展トーン (call progress tone) のようなある種のトーン信号を検出する。トーン検出技法は周知であり、これを実行するには、スペクトルにおいてピークを探索し、1 つ以上の検出したピーク周囲におけるエネルギーが、スペクトルにおける全エネルギーのある閾値 (例えば、9 9 %) を超過する場合には、トーン信号が存在すると判定すればよい。トーン検出エレメントから出力されるトーン・データは、通例、ボイス/トーン・フラグ、トーン信号が検出されたことをボイス/トーン・フラグが示す場合にはトーンを特定するトーン・インデックス、および推定したトーン振幅 $A_{T O N E}$ を含む。

50

【 0 0 4 9 】

M B E パラメータ推定の出力 3 4 0 は、いずれかのトーン・データを組み合わせた M B E パラメータを含む。

図 3 に示す M B E パラメータ推定技法は、APCO Project 25 Vocoder Description に記載されている方法に忠実に従う。相違点は、発声判断発生部 3 2 5 に、3 つ以上の高調波の群毎ではなく、半レート・ボコーダにおける各高調波毎に別個の発声判断を計算させること、およびスペクトル強度発生部 3 3 0 に、発声判断とは独立して各スペクトル強度を計算させることを含む。後者は、例えば、米国特許第 5 , 7 5 4 , 9 7 4 号に記載されており、その内容は、ここで引用したことにより、本願にも含まれることとする。加えて、オプションのトーン検出ユニット 3 3 5 を半レート・ボコーダに含ませれば、トーン信号を検出し、デコーダが認識する特殊なビットのトーン・フレームを用いて、ボコーダを介して送信することができる。

10

【 0 0 5 0 】

図 4 は、図 2 の M B E パラメータ量子化ユニット 2 1 0 が実行する量子化の一実現例を構成する M B E パラメータ量子化技法 4 0 0 を示す。量子化に関する更なる詳細は、米国特許第 6 , 1 9 9 , 0 3 7 号 (B 1) および APCO Project 25 Vocoder Description において見出すことができる。これらの内容は、ここで引用することによって、本願にも含まれることとする。前述の M B E パラメータ量子化方法は、ボイス信号のみに適用するのが通例であり、一方検出したトーン信号を量子化するには、別個のトーン量子化器を用いる。M B E パラメータ 4 0 5 は、M B E パラメータ量子化技法への入力となる。M B E パラメータ 4 0 5 を推定するには、図 3 に示した技法を用いればよい。一実現例では、フレーム当たり 4 2 ~ 4 9 ビットを用いて、表 1 に示すように、M B E モデル・パラメータを量子化する。表 1 では、オプションの制御パラメータを用いて、4 2 ~ 4 9 の範囲で、フレーム毎に独立してビット数を選択することができる。

20

【 0 0 5 1 】

【表 1】

パラメータ	フレーム当たりのビット数
基本周波数	7
発声判断	5
利得	5
スペクトル強度	2 5 ~ 3 2
全ビット	4 2 ~ 4 9

表 1 : M B E パラメータ・ビット

30

【 0 0 5 2 】

この実現例では、基本周波数 f_0 は、通例では、最初に基本周波数量子化ユニット 4 1 0 を用いて量子化され、7 ビットの基本周波数ビット b_{fund} を出力する。これは、以下の式 [1] によって計算することができる。

【 0 0 5 3 】

【数 1】

$$f_0 > .0503 \text{ の場合、 } b_{fund} = 0$$

$$f_0 < .00811 \text{ の場合、 } b_{fund} = 119$$

[1]

$$\text{それ以外の場合、 } b_{fund} = -195.626 - 45.368 * \log_2(f_0)$$

40

【 0 0 5 4 】

次に、周波数マッピング・ユニット 4 1 5 を用いて、高調波発声尺度 D_l 、およびスペクトル強度 M_l (1 ≤ l ≤ L) を高調波から発声帯域にマッピングする。一実施形態では、8 つの発声帯域を用い、最初の発声帯域は周波数 [0 , 5 0 0 H z] をカバーし、2 番目の発声帯域は [5 0 0 , 1 0 0 0 H z] をカバーし、・・・、最後の発声帯域は周波数 [3

50

500、4000 Hz]をカバーする。周波数マッピング・ユニット415の出力は、 $0 \leq k < 8$ の範囲における各発声帯域 k についての、発声帯域エネルギー計量 $vener_k$ 、および発声帯域エラー計量 lv_k である。各発声帯域のエネルギー計量 $vener_k$ を計算するには、 k 番目の発声帯域における高調波全てにわたって、即ち、 $b_k < 1 \leq b_{k+1}$ について、 $|M_l|^2$ を合計する。ここで b_k は以下の式で与えられる。

【0055】

【数2】

$$b_k = (k - 0.25) / (16f_0) \quad [2]$$

10

【0056】

発声帯域計量 $verr_k$ を計算するには、 $b_k < 1 \leq b_{k+1}$ にわたって、 $D_l \cdot |M_l|^2$ を合計し、次いで、以下の式 [3] に示すように、 $verr_k$ および $vener_k$ から、発声帯域エラー計量 lv_k を計算する。

【0057】

【数3】

$$lv_k = \max[0.0, \min[1.0, 0.5 - (1.0 - \log_2(verr_k / (T_k \cdot vener_k)))] \quad [3]$$

【0058】

20

ここで、 $\max[x, y]$ は x または y の最大値を返し、 $\min[x, y]$ は x または y の最小値を計算する。閾値 T_k は、APCO Project 25 Vocoder Descriptionの式 [37] に規定されている閾値関数 $T(k, f_0)$ から、 $T_k = T(k, 0.1309)$ にしたがって計算する。

【0059】

一旦各発声帯域について発声帯域エネルギー計量 $vener_k$ および発声帯域エラー計量 lv_k を計算したなら、5ビット発声帯域重み付けベクトル量子化ユニット420を用いて、当該フレームに対する発声判断を一緒に量子化する。一実現例では、5ビット発声帯域重み付けベクトル量子化ユニット420は、米国特許第6,199,037号(B1)に記載されている発声帯域サブベクトル量子化器を用いる。この特許の内容は、ここで引用したことにより、本願にも含まれることとする。発声帯域重み付けベクトル量子化ユニット420は、発声判断ビット b_{vuv} を出力する。 b_{vuv} は、発声帯域コードブックから選択したベクトル $x_j(i)$ 候補のインデックスを示す。一実現例において用いられる5ビット(32要素)の発声帯域コードブックを表2に示す。

30

【0060】

【表 2】

インデックス <i>i</i>	ベクトル候補 $x_j(i)$	インデックス <i>i</i>	ベクトル候補 $x_j(i)$
0	0xFF	1	0xFF
2	0xFE	3	0xFE
4	0xFC	5	0xDF
6	0xEF	7	0xFB
8	0xF0	9	0xF8
10	0xE0	11	0xE1
12	0xC0	13	0xC0
14	0x80	15	0x80
16	0x00	17	0x00
18	0x00	19	0x00
20	0x00	21	0x00
22	0x00	23	0x00
24	0x00	25	0x00
26	0x00	27	0x00
28	0x00	29	0x00
30	0x00	31	0x00

表 2：5 ビット発声帯域コードブック

【0061】

尚、図 2 に示す各ベクトル候補 $x_j(i)$ は、8 ビット 16 進数として表されており、各ビットは、8 エLEMENTのコードブック・ベクトルの単一要素を表し、 2^{7-j} に対応するビットが 1 である場合、 $x_j(i)=1.0$ となり、 2^{7-j} に対応するビットが 0 である場合、 $x_j(i)=0.0$ となることを注記しておく。この表記を用いるのは、米国特許第 6,199,037 号 (B1) に記載されている発声帯域サブベクトル量子化器と一致させるためである。

【0062】

半レート・ボコーダの特徴の 1 つに、各々同じ発声状態に対応する多数のベクトル候補を含むことがあげられる。例えば、表 2 におけるインデックス 16 ~ 31 は全て、全無声状態に対応し、インデックス 0 および 1 は、双方共全有声状態に対応する。この特徴によって、相互利用可能なアップグレード・パス (upgrade path) がボコーダのために設けられ、代替実現例がパルス状またはその他の改善発声状態を含んでも、ボコーダはこれを許容する。初期状態では、エンコーダは、2 つ以上のインデックスが同じ発声状態に等しい場合はいつも、値が最も小さいインデックスだけを用いればよい。しかしながら、アップグレードしたエンコーダの場合、値が大きい方のインデックスを用いて、別々の関連発声状態を表すことができる。初期デコーダは、最低のインデックスであっても、これよりも大きなインデックスであっても、同じ発声状態にデコードする (例えば、インデックス 16 ~ 31 は全て、全無声としてデコードされる) が、アップグレードしたデコーダは、これらのインデックスをデコードして、関連するが異なる発声状態を得て、性能を向上させることもできる。

【0063】

図 4 は、対数計算ユニット 425 によるスペクトル強度の処理を示す。対数計算ユニット 425 は、対数スペクトル強度 $\log_2(M_1)$ を $1 \sim L$ の範囲で計算する。次いで、スペクトル強度量子化ユニット 430 によって、出力対数スペクトル強度を量子化し、出力スペクトル強度出力ビットを生成する。

【0064】

図 5 は、図 4 の量子化ユニット 430 が実行する量子化の一実現例を構成する対数スベ

10

20

30

40

50

クトル強度量子化技法 500 を示す。エレメント 525 ~ 550 を含む図 5 の陰影部分は、対数スペクトル強度再構成技法 555 の対応する実現例を示し、これは図 2 のパラメータ再構成ユニット 240 内部で実施すれば、FEC デコード・ユニット 235 が出力する量子化ビットから、対数スペクトル強度を再構成することができる。

【0065】

図 5 を参照すると、フレームについての対数スペクトル強度（即ち、 $1 \sim L$ の範囲の $\log_2(M_l)$ ）を、平均計算ユニット 505 によって処理し、対数スペクトル強度から平均を計算し、除去する。平均は、利得量子化ユニット 515 に出力され、式 [4] に示すように、この平均から現フレームについての利得 $G(0)$ を計算する。

【0066】

【数 4】

$$G(0) = \text{mean} \{ \log_2(M_l) \} + 0.5 \cdot \log_2(L) \quad [4]$$

【0067】

そして、次のように利得差 Δ_G を計算する。

【0068】

【数 5】

$$\Delta_G = G(0) - 0.5 \cdot G(-1) \quad [5]$$

【0069】

ここで、 $G(-1)$ は、量子化および再構成後における、直前のフレームからの利得項である。次に、表 3 に示すような 5 ビット非均一量子化器を用いて、利得差 Δ_G を量子化する。量子化器が出力する利得ビットを b_{gain} で示す。

【0070】

【表 3】

インデックス i	利得差 $\Delta_G(i)$	インデックス i	ベクトル候補 $\Delta_G(i)$
0	-2.0	1	-0.67
2	0.2979	3	0.6637
4	1.0368	5	1.4381
6	1.8901	7	2.2280
8	2.4783	9	2.6676
10	2.7936	11	2.8933
12	3.0206	13	3.1386
14	3.2376	15	3.3226
16	3.4324	17	3.5719
18	3.6967	19	3.8149
20	3.9209	21	4.0225
22	4.1236	23	4.2283
24	4.3706	25	4.5437
26	4.7077	27	4.8489
28	5.0568	29	5.3265
30	5.7776	31	6.8745

表 3 : 5 ビット利得差コードブック

【0071】

平均計算ユニット505は、ゼロ平均対数スペクトル強度を減算ユニット510に出力する。減算ユニット510は、予測強度を減算して、1組の強度予測残余を得る。強度予測残余を量子化ユニット520に入力し、強度予測残余パラメータ・ビットを生成する。

【0072】

これらの強度予測残余パラメータ・ビットは、図5の陰影領域に示す再構成技法555にも供給する。即ち、逆強度予測残余量子化ユニット525が、入力ビットを用いて、再構成した強度予測残余を計算し、再構成した強度予測残余を加算ユニット530に供給し、加算ユニット530は、これらを予測強度に加算し、再構成ゼロ平均対数スペクトル強度を形成し、フレーム記憶エレメント535に格納する。

【0073】

以前のフレームから格納されたゼロ平均対数スペクトル強度は、現フレームおよび以前のフレームに対して再構成した基本周波数と共に、予測強度計算ユニット540によって処理され、スケーリング・ユニット545によって拡大/縮小され、予測強度を形成する。予測強度は、差分ユニット510および加算ユニット530に印加される。予測強度計算ユニット540は、現フレームから再構成した基本周波数の直前のフレームから再構成した基本周波数に対する比率に基づいて、以前のフレームから再構成した対数スペクトル強度を補間するのが通例である。この補間に続いて、スケーリング・ユニット545が倍率を適用する。通常、倍率は1.0未満である(=0.65が通例であり、実施形態によっては、フレーム内のスペクトル強度数に応じて、を変化させることもできる)。

【0074】

加えて、平均再構成ユニット550において、次に、利得ビットおよび格納されている $G(-1)$ の値から平均を再構成する。また、平均再構成ユニット550は、再構成した平均を、再構成した強度予測残余に加算し、再構成対数スペクトル強度560を生成する。

【0075】

図5に示す実現例では、量子化ユニット520および逆量子化ユニット525は、ある許容ビット範囲(例えば、フレーム当たり25~32ビット)以内で、フレーム当たりのビット数を選択させる、オプションの制御パラメータを受け入れる。通例、フレーム当たりのビット数を変更するには、量子化ユニット510および逆量子化ユニット515において、許容量子化ベクトルのサブセットのみを用いる。これについては、以下で更に説明する。この同じ制御パラメータは、種々の方法で用い、必要であれば、更に広い範囲でフレーム当たりのビット数を変化させることも可能である。例えば、これを行うには、表3において、偶数のインデックス0、2、4、6、・・・32のみを探索することによって、利得量子化器からのビット数を削減する。この方法は、基本周波数または発声量子化器にも応用することができる。図6は、図5の量子化ユニット520が実行する量子化の一実現例を構成する、強度予測残余量子化技法600を示す。まず、ブロック分割部605が、強度予測残余を4つのブロックに分割する。各ブロックの長さは、通例、表4に示すように、高調波数Lによって決定する。一般に、下位の周波数ブロックは、上位の周波数ブロックに比較して、サイズが上位ブロック以下であり、概念的に重要度が高い低周波数領域を一層強調することによって、性能を向上させる。次に、別個の離散余弦変換(DCT)ユニット610によって各ブロックを変換し、PRBAおよびHOCベクトル変換ユニット615によって、DCT係数を8要素PRBAベクトル(各ブロックの最初の2つのDCT係数を用いる)、および4つのHOCベクトル(最初の2つのDCT係数以外の全てから成るブロック毎に1つ)に分割する。PRBAベクトルの形成には、ブロック毎に最初の2つのDCT係数を用い、次のように変換し構成する。

【0076】

10

20

30

40

【数 6】

$$\text{PRBA}(0)=\text{Block}_0(0)+1.414 \cdot \text{Block}_0(1)$$

$$\text{PRBA}(1)=\text{Block}_0(0)+1.414 \cdot \text{Block}_0(1)$$

$$\text{PRBA}(2)=\text{Block}_1(0)+1.414 \cdot \text{Block}_1(1)$$

$$\text{PRBA}(3)=\text{Block}_1(0)+1.414 \cdot \text{Block}_1(1)$$

$$\text{PRBA}(4)=\text{Block}_2(0)+1.414 \cdot \text{Block}_2(1)$$

[6]

$$\text{PRBA}(5)=\text{Block}_2(0)+1.414 \cdot \text{Block}_2(1)$$

$$\text{PRBA}(6)=\text{Block}_3(0)+1.414 \cdot \text{Block}_3(1)$$

10

$$\text{PRBA}(7)=\text{Block}_3(0)+1.414 \cdot \text{Block}_3(1)$$

【 0 0 7 7 】

ここで、PRBA(n)は、P R B A ベクトルの n 番目の要素であり、Block_j(k)は j 番目のブロックの k 番目の要素である。

【 0 0 7 8 】

【表 4】

L	Block ₀	Block ₁	Block ₂	Block ₃
9	2	2	2	3
10	2	2	3	3
11	2	3	3	3
12	2	3	3	4
13	3	3	3	4
14	3	3	4	4
15	3	3	4	5
16	3	4	4	5
17	3	4	5	5
18	4	4	5	5
19	4	4	5	6
20	4	4	6	6
21	4	5	6	6
22	4	5	6	7
23	5	5	6	7
24	5	5	7	7
25	5	6	7	7
26	5	6	7	8
27	5	6	8	8
28	6	6	8	8
29	6	6	8	9
30	6	7	8	9
31	6	7	9	9
32	6	7	9	10
33	7	7	9	10
34	7	8	9	10
35	7	8	10	10
36	7	8	10	11
37	8	8	10	11
38	8	9	10	11
39	8	9	11	11
40	8	9	11	12
41	8	9	11	13
42	8	9	12	13
43	8	10	12	13
44	9	10	12	13
45	9	10	12	14
46	9	10	13	14
47	9	11	13	14
48	10	11	13	14
49	10	11	13	15
50	10	11	14	15
51	10	12	14	15
52	10	12	14	16
53	11	12	14	16
54	11	12	15	16
55	11	12	15	17
56	11	13	15	17

表 4：強度予測残余ブロック・サイズ

【0079】

PRBAベクトルは、8点DCTを用いて更に処理され、続いて分割ベクトル(split vector)量子化ユニット620によって処理され、PRBAビットを生成する。一実現例では、最初のPRBA DCT係数(R_0 で示す)を無視する。何故なら、これは、利得値が別個に量子化され

10

20

30

40

50

ており、冗長であるからである。あるいは、この最初のPRBA DCT係数は、APCO Project 2 5 Vocoder Descriptionに記載されているように、利得の代わりに量子化することもできる。次に、9ビットのコードブックを用いて3つの要素 $[R_1 \sim R_3]$ を量子化する分割ベクトル量子化器を用いて、最後の7つのPRBA DCT係数 $[R_1 \sim R_7]$ を量子化し、PRBA量子化ビット b_{PRBA13} を生成し、7ビットのコードブックを用いて4つの要素 $[R_4 \sim R_7]$ を量子化してPRBA量子化ビット b_{PRBA47} を生成する。次いで、これら16個のPRBA量子化ビット(b_{PRBA13} および b_{PRBA47})を量子化器から出力する。PRBAベクトルを量子化するために用いられる典型的な分割VQコードブックを添付資料Aに示す。

【0080】

次に、4つの別個のコードブック625を用いて、HOC0、HOC1、HOC2およびHOC3で示す4つのHOCベクトルを量子化する。一実施形態では、5ビットのコードブックをHOC0を用いて、HOC0量子化ビット b_{HOC0} を生成し、4ビットのコードブックをHOC1およびHOC2を用いてHOC1量子化ビット b_{HOC1} およびHOC2量子化ビット b_{HOC2} を生成し、3ビットのコードブックをHOC3を用いてHOC3量子化ビット b_{HOC3} を生成する。この実現例においてHOCベクトルを量子化するために用いられる典型的なコードブックを添付資料Bに示す。尚、各HOCベクトルの長さを0乃至15要素の間で変化させることができることを注記しておく。しかしながら、コードブックは、ベクトル当たり最大4要素が得られるように設計されている。HOCベクトルの要素が4つ未満の場合、量子化器は、各コードブック・ベクトルの最初の要素のみを用いる。逆に、HOCベクトルの要素が4つよりも多い場合、最初の4要素のみを用い、HOCベクトルにおける他の全要素を0に設定する。一旦全てのHOCベクトルを量子化したなら、量子化器は16個のHOC量子化ビット(b_{HOC0} 、 b_{HOC1} 、 b_{HOC2} 、および b_{HOC3})を出力する。

【0081】

図6に示す実現例では、ベクトル量子化ユニット620および/または625は、PRBAおよびHOCベクトルを量子化するために用いられるフレーム当たりのビット数を、ある許容可能な範囲のビット数から選択可能にするオプションの制御パラメータを受け入れる。通例、フレーム当たりのビット数は、量子化器が用いるコードブックの1つ以上において、許容可能な量子化ベクトルのサブセットのみを用いることによって、基準値である32から削減する。例えば、コードブックにおいて偶数のベクトル候補のみを用いる場合、コードブック・インデックスの最後のビットは0であることがわかっており、ビット数を1だけ削減することができる。これを4つ目毎のベクトルに拡張すれば、ビット数を2だけ削減することができる。

【0082】

デコーダにおいて、コードブック・インデックスを再構成する際、逸失したあらゆるビットの代わりに、該当する数の「0」ビットを添付することによって、量子化されたコードブック・ベクトルを決定できるようにする。この手法は、1つ以上のHOCおよび/またはPRBAコードブックに適用され、表5に示すように、選択したビット数がフレームに得られる。ここで、強度予測残余量子化ビットの数は、通例、フレームにおけるボイス・ビット数からのオフセットとして決定される(即ち、ボイス・ビット数から17を減算する)。

【0083】

10

20

30

40

【表 5】

フレーム当たりの強度予測残余量子化ビット	PRBA [R ₁ -R ₃]	PRBA [R ₄ -R ₇]	HOCO	HOC1	HOC2	HOC3
32	9	7	5	4	4	3
31	9	7	5	4	4	2
30	9	7	5	4	4	1
29	9	7	5	4	3	1
28	9	7	5	3	3	1
27	9	7	4	3	3	1
26	9	6	4	3	3	1
25	8	6	4	3	3	1

表 5：フレーム当たりの強度予測残余量子化ビット

【0084】

図 4 を参照すると、結合ユニット 435 が、基準周波数またはピッチ・ビット b_{fund} 、発声ビット b_{vuv} 、利得ビット b_{gain} 、ならびにスペクトル・ビット b_{PRBA13} 、 b_{PRBA47} 、 b_{HOCO} 、 b_{HOC1} 、 b_{HOC2} 、および b_{HOC3} を、量子化ユニット 410、420 および 430 から受ける。通例、結合ユニット 435 は、これらの入力ビットに優先順位を付けて、出力ボイス・ビットを生成し、フレームにおける最初のボイス・ビットはビット・エラーに対する感度が高く、フレームにおける後ろのボイス・ビット程ビット・エラーに対する感度が低くなるようにする。この優先順位付けによって、最も敏感なボイス・ビットに FEC を効率的に適用することができ、劣化した通信チャネルにおいてボイス品質およびロバスト性が改善する。このような実現例の 1 つでは、結合ユニット 435 が出力するフレームにおける最初の 12 ボイス・ビットは、4 つの上位側基本周波数ビット、続いて、最初の 4 発声判断ビット、および上位側の 4 利得ビットから成る。得られたボイス・フレーム・フォーマット（即ち、結合ユニット 435 による優先順位付け後における出力ボイス・ビットの順序付け）を表 6 に示す。

【0085】

10

20

30

【表 6】

ボイス・フレームにおけるビット位置	ボイス・ビット
0-3	b_{fund} の上位側4ビット
4-7	b_{vuv} の上位側4ビット
8-11	b_{gain} の上位側4ビット
12-19	b_{PBBA13} の上位側8ビット
20-23	b_{PBBA47} の上位側4ビット
24-27	b_{HOC0} の上位側4ビット
28-30	b_{HOC1} の上位側3ビット
31-33	b_{HOC2} の上位側3ビット
34	b_{HOC3} の最上位ビット
35	b_{vuv} の最下位ビット
36	b_{gain} の最下位ビット
37-39	b_{fund} の下位側3ビット
40	b_{PBBA13} の最下位ビット
41-43	b_{PBBA47} の下位側3ビット
44	b_{HOC0} の最下位ビット
45	b_{HOC1} の最下位ビット
46	b_{HOC2} の最下位ビット
47-48	b_{HOC3} の下位側2ビット

表6：ボイス・フレーム・フォーマット

【0086】

再度図2を参照すると、エンコーダはトーン量子化ユニット215も含むことができ、トーン量子化ユニット215は、エンコーダ入力信号においてあるトーン信号（単一周波数トーン、Knoxトーン、DTMFトーン、および/または呼進展トーン等）が検出された場合、1フレームのトーン・ビット（即ち、トーン・フレーム）を出力する。一実現例では、表7に示すようにトーン・ビットを発生する。ここで、最初の6ビットは全て1であり（16進値で0x3F）、デコーダは、ボイス・ビットを収容する他のフレーム（即ち、ボイス・フレーム）からトーン・フレームを一意に識別することが可能となる。この一意の選別(differentiation)が可能なのは、式[1]によって強制される b_{fund} の値に対する制限のためであり、トーン・フレーム識別子の値（0x3F）がこれまでにボイス・フレームに用いられていることを禁止しているからであり、更に、トーン・フレーム識別子は、表6に示すように、上位側の4ピッチ・ビット b_{fund} と、フレームの同じ位置で重複するからである。推定トーン振幅 A_{TONE} から、以下のようにして、7トーン振幅ビット $b_{TONEAMP}$ を計算する。

【0087】

【数7】

$$b_{TONEAMP} = \max[0, \min[127, 8.467 \cdot (\log_2(A_{TONE}) + 1)]] \quad [4]$$

【0088】

一方、所与のトーン信号を表すために用いられる8ビットのトーン・インデックス b_{TON}

Eを、添付資料Cに示す。通例、トーン・フレームにおいてトーン・インデックス b_{TONE} を7回繰り返し、チャンネル・エラーに対するロバスト性を高める。これを表7に示す。ここで、トーン・インデックスは、49ビットのフレーム内において4回繰り返されている。

【0089】

【表7】

フレームにおけるビット位置	トーン・ビット
0-5	$0 \times 3F$
6-11	b_{TONEAMP} の最初の上位側6ビット
12-19	b_{TONE}
20-27	b_{TONE}
28-35	b_{TONE}
36-43	b_{TONE}
44	b_{TONEAMP} の下位側7番目のビット
45-48	0

10

表7：トーン・フレーム・フォーマット

20

【0090】

以上、新たな半レートMBEボコーダに関して種々の手法を概ね説明したが、ここに記載した技法は、他のシステムおよび/またはボコーダにも容易に応用することができる。例えば、他のMBE型ボコーダは、ビット・レートやフレーム・サイズには係わらず、前述の技法の効果を得ることができる。加えて、記載した技法は、別のパラメータ(STC、MELP、MB-HTC、CELP、HVXCまたはその他)を有する異なる音声モデル、あるいは分析、量子化および/または合成に異なる方法を用いる、多くのその他の音声コード化システムにも応用可能である。その他の実現例も、特許請求の範囲に該当するものとする。

30

【0091】

【表 8 - 1】

添付資料A: PRBAコードブック

コードブック・ インデックス	PRBA13(0)	PRBA13(1)	PRBA13(2)
0	0.526055	-0.328567	-0.304727
1	0.441044	-0.303127	-0.201114
2	1.030896	-0.324730	-0.397204
3	0.839696	-0.351933	-0.224909
4	0.272958	-0.176118	-0.098893
5	0.221466	-0.160045	-0.061026
6	0.496555	-0.211499	0.047305
7	0.424376	-0.223752	0.069911
8	0.264531	-0.353355	-0.330505
9	0.273650	-0.253004	-0.250241
10	0.484531	-0.297627	-0.071051
11	0.410814	-0.224961	-0.084998
12	0.039519	-0.252904	-0.115128
13	0.017423	-0.296519	-0.045921
14	0.225113	-0.224371	0.037882
15	0.183424	-0.260492	0.050491
16	0.308704	-0.073205	-0.405880
17	0.213125	-0.101632	-0.333208
18	0.617735	-0.137299	-0.213670
19	0.514382	-0.126485	-0.170204
20	0.130009	-0.076955	-0.229303
21	0.061740	-0.108259	-0.203887
22	0.244473	-0.110094	-0.051689
23	0.230452	-0.076147	-0.028190
24	0.059837	-0.254595	-0.562704
25	0.011630	-0.135223	-0.432791
26	0.207077	-0.152248	-0.148391
27	0.158078	-0.128800	-0.122150
28	-0.265982	-0.144742	-0.199894
29	-0.356479	-0.204740	-0.156465
30	0.000324	-0.139549	-0.066471
31	0.001888	-0.170557	-0.025025
32	0.402913	-0.581478	-0.274626
33	0.191289	-0.540335	-0.193040
34	0.632914	-0.401410	-0.006636
35	0.471086	-0.463144	0.061489
36	0.044829	-0.438487	0.033433
37	0.015513	-0.539475	-0.006719
38	0.336218	-0.351311	0.214087
39	0.239967	-0.380836	0.157681
40	0.347609	-0.901619	-0.688432
41	0.064067	-0.826753	-0.492089
42	0.303089	-0.396757	-0.108446
43	0.235590	-0.446122	0.006437
44	-0.236964	-0.652532	-0.135520
45	-0.418285	-0.793014	-0.034730
46	-0.038262	-0.516984	0.273681
47	-0.037419	-0.958198	0.214749
48	0.061624	-0.238233	-0.237184
49	-0.013944	-0.235704	-0.204811

10

20

30

40

【表 8 - 2】

50	0.286428	-0.210542	-0.029587
51	0.257656	-0.261837	-0.056566
52	-0.235852	-0.310760	-0.165147
53	-0.334949	-0.385870	-0.197362
54	0.094870	-0.241144	0.059122
55	0.060177	-0.225884	0.031140
56	-0.301184	-0.306545	-0.446189
57	-0.293528	-0.504146	-0.429844
58	-0.055084	-0.379015	-0.125887
59	-0.115434	-0.375008	-0.059939
60	-0.777425	-0.592163	-0.107585
61	-0.950500	-0.893847	-0.181762
62	-0.259402	-0.396726	0.010357
63	-0.368905	-0.449026	0.038299
64	0.279719	-0.063196	-0.184628
65	0.255265	-0.067248	-0.121124
66	0.458433	-0.103777	0.010074
67	0.437231	-0.092496	-0.031028
68	0.082265	-0.028050	-0.041262
69	0.045920	-0.051719	-0.030155
70	0.271149	-0.043613	0.112085
71	0.246881	-0.065274	0.105436
72	0.056590	-0.117773	-0.142283
73	0.058824	-0.104418	-0.099608
74	0.213781	-0.111974	0.031269
75	0.187554	-0.070340	0.011834
76	-0.185701	-0.081106	-0.073803
77	-0.266112	-0.074133	-0.085370
78	-0.029368	-0.046490	0.124679
79	-0.017378	-0.102882	0.140482
80	0.114700	0.092738	-0.244271
81	0.072922	0.007863	-0.231476
82	0.270022	0.031819	-0.094208
83	0.254403	0.024805	-0.050389
84	-0.182905	0.021629	-0.168481
85	-0.225864	-0.010109	-0.130374
86	0.040089	0.013969	0.016028
87	0.001442	0.010551	0.032942
88	-0.287472	-0.036130	-0.296798
89	-0.332344	-0.108862	-0.342196
90	0.012700	0.022917	-0.052501
91	-0.040681	-0.001805	-0.050548
92	-0.718522	-0.061234	-0.278820
93	-0.879205	-0.213588	-0.303508
94	-0.234102	-0.065407	0.013686
95	-0.281223	-0.076139	0.046830
96	0.141967	-0.193679	-0.055697
97	0.100318	-0.161222	-0.063062
98	0.265859	-0.132747	0.078209
99	0.244805	-0.139776	0.122123
100	-0.121802	-0.179976	0.031732
101	-0.185318	-0.214011	0.018117
102	0.047014	-0.153961	0.218068
103	0.047305	-0.187402	0.282114

10

20

30

40

【表 8 - 3】

104	-0.027533	-0.415868	-0.333841
105	-0.125886	-0.334492	-0.290317
106	-0.030602	-0.190918	0.097454
107	-0.054936	-0.209948	0.158977
108	-0.507223	-0.295876	-0.217183
109	-0.581733	-0.403194	-0.208936
110	-0.299719	-0.289679	0.297101
111	-0.363169	-0.362718	0.436529
112	-0.124627	-0.042100	-0.157011
113	-0.161571	-0.092846	-0.183636
114	0.084520	-0.100217	-0.000901
115	0.055655	-0.136381	0.032764
116	-0.545087	-0.197713	-0.026888
117	-0.662772	-0.179815	0.026419
118	-0.165583	-0.148913	0.090382
119	-0.240772	-0.182830	0.105474
120	-0.576315	-0.359473	-0.456844
121	-0.713430	-0.554156	-0.476739
122	-0.275628	-0.223640	-0.051584
123	-0.359501	-0.230758	-0.027006
124	-1.282559	-0.284807	-0.233743
125	-1.060476	-0.399911	-0.562698
126	-0.871952	-0.272197	0.016126
127	-0.747922	-0.329404	0.276696
128	0.643086	0.046175	-0.660078
129	0.738204	-0.127844	-0.433708
130	1.158072	0.025571	-0.177856
131	0.974840	-0.009417	-0.112337
132	0.418014	0.032741	-0.124545
133	0.381422	-0.001557	-0.085504
134	0.768280	0.056085	0.095375
135	0.680004	0.052035	0.152318
136	0.473182	0.012560	-0.264221
137	0.345153	0.036627	-0.248756
138	0.746238	-0.025880	-0.106050
139	0.644319	-0.058256	-0.095133
140	0.185924	-0.022230	-0.070540
141	0.146068	-0.009550	-0.057871
142	0.338488	0.013022	0.069961
143	0.298969	0.047403	0.052598
144	0.346002	0.256253	-0.380261
145	0.313092	0.163821	-0.314004
146	0.719154	0.103108	-0.252648
147	0.621429	0.172423	-0.265180
148	0.240461	0.104684	-0.202582
149	0.206946	0.139642	-0.138016
150	0.359915	0.101273	-0.052997
151	0.318117	0.125888	-0.003486
152	0.150452	0.050219	-0.409155
153	0.188753	0.091894	-0.325733
154	0.334922	0.029098	-0.098587
155	0.324508	0.015809	-0.135408
156	-0.042506	0.038667	-0.208535
157	-0.083003	0.094758	-0.174054

10

20

30

40

【表 8 - 4】

158	0.094773	0.102653	-0.025701
159	0.063284	0.118703	-0.000071
160	0.355965	-0.139239	-0.191705
161	0.392742	-0.105496	-0.132103
162	0.663678	-0.204627	-0.031242
163	0.609381	-0.146914	0.079610
164	0.151855	-0.132843	-0.007125
165	0.146404	-0.161917	0.024842
166	0.400524	-0.135221	0.232289
167	0.324931	-0.116605	0.253458
168	0.169066	-0.215132	-0.185604
169	0.128681	-0.189394	-0.160279
170	0.356194	-0.116992	-0.038381
171	0.342866	-0.144687	0.020265
172	-0.065545	-0.202593	-0.043688
173	-0.124296	-0.260225	-0.035370
174	0.083224	-0.235149	0.153301
175	0.046256	-0.309608	0.190944
176	0.187385	-0.008168	-0.198575
177	0.190401	-0.018699	-0.136858
178	0.398009	-0.025700	-0.007458
179	0.346948	-0.022258	-0.020905
180	-0.047064	-0.085629	-0.080677
181	-0.067523	-0.128972	-0.119538
182	0.186086	-0.016828	0.070014
183	0.187364	0.017133	0.075949
184	-0.112669	-0.037433	-0.298944
185	-0.068276	-0.114504	-0.265795
186	0.147510	-0.040616	-0.013687
187	0.133084	-0.062849	-0.032637
188	-0.416571	-0.041544	-0.125088
189	-0.505337	-0.044193	-0.157651
190	-0.154132	-0.075106	0.050466
191	-0.148036	-0.059719	0.121516
192	0.490555	0.157659	-0.222208
193	0.436700	0.120500	-0.205869
194	0.754525	0.269323	0.045810
195	0.645077	0.271923	0.013942
196	0.237023	0.115337	-0.026429
197	0.204895	0.121020	-0.008541
198	0.383999	0.153963	0.171763
199	0.385026	0.222074	0.239731
200	0.198232	0.072972	-0.108179
201	0.147882	0.074743	-0.123341
202	0.390929	0.075205	0.081828
203	0.341623	0.089405	0.069389
204	-0.003381	0.159694	-0.016026
205	-0.043653	0.206860	-0.040729
206	0.135515	0.107824	0.179310
207	0.081086	0.119673	0.174282
208	0.192637	0.400335	-0.341906
209	0.171196	0.284921	-0.221516
210	0.377807	0.359087	-0.151523
211	0.411052	0.297925	-0.099774

10

20

30

40

【表 8 - 5】

212	-0.010060	0.261887	-0.149567
213	-0.107877	0.287756	-0.116982
214	0.158003	0.209727	0.077988
215	0.109710	0.232272	0.088135
216	0.000698	0.209353	-0.395208
217	-0.094015	0.230322	-0.279928
218	0.137355	0.230881	-0.124115
219	0.103058	0.166855	-0.100386
220	-0.305058	0.305422	-0.176026
221	-0.422049	0.337137	-0.293297
222	-0.121744	0.185124	0.048115
223	-0.171052	0.200312	0.052812
224	0.224091	-0.010673	-0.019727
225	0.200266	-0.020167	0.001798
226	0.382742	0.032362	0.161665
227	0.345631	-0.019705	0.164451
228	0.029431	0.045010	0.071518
229	0.031940	0.010876	0.087037
230	0.181935	0.039112	0.202316
231	0.181810	0.033189	0.253435
232	-0.008677	-0.066679	-0.144737
233	-0.021768	-0.021288	-0.125903
234	0.136766	0.000100	0.059449
235	0.135405	-0.020446	0.103793
236	-0.289115	0.039747	-0.012256
237	-0.338683	0.025909	-0.034058
238	-0.016515	0.048584	0.197981
239	-0.046790	0.011816	0.199964
240	0.094214	0.127422	-0.169936
241	0.048279	0.096189	-0.148153
242	0.217391	0.081732	0.013677
243	0.179656	0.084671	0.031434
244	-0.227367	0.118176	-0.039803
245	-0.327096	0.159747	-0.018931
246	0.000834	0.113118	0.125325
247	-0.014617	0.128924	0.163776
248	-0.254570	0.154329	-0.232018
249	-0.353068	0.124341	-0.174409
250	-0.061004	0.107744	0.037257
251	-0.100991	0.080302	0.062701
252	-0.927022	0.285660	-0.240549
253	-1.153224	0.277232	-0.322538
254	-0.569012	0.108135	0.172634
255	-0.555273	0.131461	0.325930
256	0.518847	0.065683	-0.132877
257	0.501324	-0.006585	-0.094884
258	1.066190	-0.150380	0.201791
259	0.858377	-0.166415	0.081686
260	0.320584	-0.031499	0.039534
261	0.311442	-0.075120	0.026013
262	0.625829	-0.019856	0.346041
263	0.525271	-0.003948	0.284868
264	0.312594	-0.075673	-0.066642
265	0.295732	-0.057895	-0.042207

10

20

30

40

【表 8 - 6】

266	0.550446	-0.029110	0.046850
267	0.465467	-0.068987	0.096167
268	0.122669	-0.051786	0.044283
269	0.079669	-0.044145	0.045805
270	0.238778	-0.031835	0.171694
271	0.200734	-0.072619	0.178726
272	0.342512	0.131270	-0.163021
273	0.294028	0.111759	-0.125793
274	0.589523	0.121808	-0.049372
275	0.550506	0.132318	0.017485
276	0.164280	0.047560	-0.058383
277	0.120110	0.049242	-0.052403
278	0.269181	0.035000	0.103494
279	0.297466	0.038517	0.139289
280	0.094549	-0.030880	-0.153376
281	0.080363	0.024359	-0.127578
282	0.281351	0.055178	0.000155
283	0.234900	0.039477	0.013957
284	-0.118161	0.011976	-0.034270
285	-0.157654	0.027765	-0.005010
286	0.102631	0.027283	0.099723
287	0.077285	0.052532	0.115583
288	0.329398	-0.278552	0.016316
289	0.305993	-0.267896	0.094952
290	0.775270	-0.394995	0.290748
291	0.583180	-0.252159	0.285391
292	0.192226	-0.182242	0.126859
293	0.185908	-0.245779	0.159940
294	0.346293	-0.250404	0.355682
295	0.354160	-0.364521	0.472337
296	0.134942	-0.313666	-0.115181
297	0.126077	-0.286568	-0.039927
298	0.405618	-0.211792	0.199095
299	0.312099	-0.213642	0.190972
300	-0.071392	-0.297366	0.081426
301	-0.165839	-0.301986	0.160640
302	0.147808	-0.290712	0.298198
303	0.063302	-0.310149	0.396302
304	0.141444	-0.081377	-0.076621
305	0.115936	-0.104440	-0.039885
306	0.367023	-0.087281	0.096390
307	0.330038	-0.117958	0.127050
308	0.002897	-0.062454	0.025151
309	-0.052404	-0.082200	0.041975
310	0.181553	-0.137004	0.230489
311	-0.140768	-0.094604	0.265928
312	-0.101763	-0.209566	-0.135964
313	-0.159056	-0.191005	-0.095509
314	0.045016	-0.081562	0.075942
315	0.016808	-0.112482	0.068593
316	-0.408578	-0.132377	0.079163
317	-0.431534	-0.214646	0.157714
318	-0.096931	-0.101938	0.200304
319	-0.167867	-0.114851	0.262964

10

20

30

40

【表 8 - 7】

320	0.393882	0.086002	0.008961
321	0.338747	0.048405	-0.004187
322	0.877844	0.374373	0.171008
323	0.740790	0.324525	0.242248
324	0.200218	0.070150	0.085891
325	0.171760	0.090531	0.102579
326	0.314263	0.126417	0.322833
327	0.313523	0.065445	0.403855
328	0.164261	0.057745	-0.005490
329	0.122141	0.024122	0.009190
330	0.308248	0.078401	0.180577
331	0.251222	0.073868	0.160457
332	-0.047526	0.023725	0.086336
333	-0.091643	0.005539	0.093179
334	0.079339	0.044135	0.206697
335	0.104213	0.011277	0.240060
336	0.226607	0.186234	-0.056881
337	0.173281	0.158131	-0.059413
338	0.339400	0.214501	0.052905
339	0.309166	0.188181	0.058028
340	0.014442	0.194715	0.048945
341	-0.028793	0.194766	0.089078
342	0.069564	0.206743	0.193568
343	0.091532	0.202786	0.269680
344	-0.071196	0.135604	-0.103744
345	-0.118288	0.152837	-0.060151
346	0.146856	0.143174	0.061789
347	0.104379	0.143672	0.056797
348	-0.541832	0.250034	-0.017602
349	-0.641583	0.278411	-0.111909
350	-0.094447	0.159393	0.164848
351	-0.113612	0.120702	0.221656
352	0.204918	-0.078894	0.075524
353	0.161232	-0.090256	0.088701
354	0.378460	-0.033687	0.309964
355	0.311701	-0.049984	0.316881
356	0.019311	-0.050048	0.212387
357	0.002473	-0.062855	0.278462
358	0.151448	-0.090652	0.410031
359	0.162778	-0.071291	0.531252
360	-0.083704	-0.076839	-0.020798
361	-0.092832	-0.043492	0.029202
362	0.136844	-0.077791	0.186493
363	0.089536	-0.086826	0.184711
364	-0.270255	-0.058858	0.173048
365	-0.350416	-0.009219	0.273260
366	-0.105248	-0.205534	0.425159
367	-0.135030	-0.197464	0.623550
368	-0.051717	0.069756	-0.043829
369	-0.081050	0.056947	-0.000205
370	0.190388	0.016366	0.145922
371	0.142662	0.002575	0.159182
372	-0.352890	0.011117	0.091040
373	-0.367374	0.056547	0.147209

10

20

30

40

【表 8 - 8】

374	-0.003179	0.026570	0.282541
375	-0.069934	-0.005171	0.337678
376	-0.496181	0.026464	0.019432
377	-0.690384	0.069313	-0.004175
378	-0.146138	0.046372	0.161839
379	-0.197581	0.034093	0.241003
380	-0.989567	0.040993	0.049384
381	-1.151075	0.210556	0.237374
382	-0.335366	-0.058208	0.480168
383	-0.502419	-0.093761	0.675240
384	0.862548	0.264137	-0.294905
385	0.782668	0.251324	-0.122108
386	1.597797	0.463818	-0.133153
387	1.615756	0.060653	0.084764
388	0.435588	0.209832	0.095050
389	0.431013	0.165328	0.047909
390	1.248164	0.265923	0.488086
391	1.009933	0.345440	0.473702
392	0.477017	0.194237	-0.058012
393	0.401362	0.186915	-0.054137
394	1.202158	0.284782	-0.066531
395	1.064907	0.203766	0.046383
396	0.255848	0.133398	0.046049
397	0.218680	0.128833	0.065326
398	0.490817	0.182041	0.286583
399	0.440714	0.106576	0.301120
400	0.604263	0.522925	-0.238629
401	0.526329	0.377577	-0.198100
402	1.038632	0.606242	-0.121253
403	0.995283	0.552202	0.110700
404	0.262232	0.313664	-0.086909
405	0.230835	0.273385	-0.054268
406	0.548466	0.490721	0.278201
407	0.466984	0.355859	0.289160
408	0.367137	0.236160	-0.228114
409	0.309359	0.233843	-0.171325
410	0.465268	0.276569	0.010951
411	0.378124	0.250237	0.011131
412	0.061885	0.296810	-0.011420
413	0.000125	0.350029	-0.011277
414	0.163815	0.261191	0.175863
415	0.165132	0.308797	0.227800
416	0.461418	0.052075	-0.016543
417	0.472372	0.046962	0.045746
418	0.856406	0.136415	0.245074
419	0.834616	0.003254	0.372643
420	0.337869	0.036994	0.232513
421	0.267414	0.027593	0.252779
422	0.584983	0.113046	0.583119
423	0.475406	-0.024234	0.655070
424	0.264823	-0.029292	0.004270
425	0.246071	-0.019109	0.030048
426	0.477401	0.021039	0.155448
427	0.458453	-0.043959	0.187850

10

20

30

40

【表 8 - 9】

428	0.067059	-0.061227	0.126904
429	0.044608	-0.034575	0.150205
430	0.191304	-0.003810	0.316776
431	0.153078	0.029915	0.361303
432	0.320704	0.178950	-0.088835
433	0.300866	0.137645	-0.056893
434	0.553442	0.162339	0.131987
435	0.490083	0.123682	0.146163
436	0.118950	0.083109	0.034052
437	0.099344	0.066212	0.054329
438	0.228325	0.122445	0.309219
439	0.172093	0.135754	0.323361
440	0.064213	0.063405	-0.058243
441	0.011906	0.088795	-0.069678
442	0.194232	0.129185	0.125708
443	0.155182	0.174013	0.144099
444	-0.217068	0.112731	0.093497
445	-0.307590	0.171146	0.110735
446	-0.014897	0.138094	0.232455
447	-0.036936	0.170135	0.279166
448	0.681886	0.437121	0.078458
449	0.548559	0.376914	0.092485
450	1.259194	0.901494	0.256085
451	1.296139	0.607949	0.302184
452	0.319619	0.307231	0.099647
453	0.287232	0.359355	0.186844
454	0.751306	0.676688	0.499386
455	0.479609	0.553030	0.560447
456	0.276377	0.214032	-0.003661
457	0.238146	0.223595	0.028806
458	0.542688	0.266205	0.171393
459	0.460188	0.283979	0.158288
460	0.057385	0.309853	0.144517
461	-0.006881	0.348152	0.097310
462	0.244434	0.247298	0.322601
463	0.253992	0.335420	0.402241
464	0.354006	0.579776	-0.130176
465	0.267043	0.461976	-0.058178
466	0.534049	0.626549	0.046747
467	0.441835	0.468260	0.057556
468	0.110477	0.628795	0.102950
469	0.031409	0.489068	0.090605
470	0.229564	0.525640	0.325454
471	0.105570	0.582151	0.509738
472	0.005690	0.521474	-0.157885
473	0.104463	0.424022	-0.080647
474	0.223784	0.389860	0.060904
475	0.159806	0.340571	0.062061
476	-0.173976	0.573425	0.027383
477	-0.376008	0.587868	0.133042
478	-0.051773	0.348339	0.231923
479	-0.122571	0.473049	0.251159
480	0.324321	0.148510	0.116006
481	0.282263	0.121730	0.114016

10

20

30

40

【表 8 - 1 0】

482	0.690108	0.256346	0.418128
483	0.542523	0.294427	0.461973
484	0.056944	0.107667	0.281797
485	0.027844	0.106858	0.355071
486	0.160456	0.177656	0.528819
487	0.227537	0.177976	0.689465
488	0.111585	0.097896	0.109244
489	0.083994	0.133245	0.115789
490	0.208740	0.142084	0.208953
491	0.156072	0.143303	0.231368
492	-0.185830	0.214347	0.309774
493	-0.311053	0.240517	0.328512
494	-0.041749	0.090901	0.511373
495	-0.156164	0.098486	0.478020
496	0.151543	0.263073	-0.033471
497	0.126322	0.213004	-0.007014
498	0.245313	0.217564	0.120210
499	0.259136	0.225542	0.176601
500	-0.190632	0.260214	0.141755
501	-0.189271	0.331768	0.170606
502	0.054763	0.294766	0.357775
503	-0.033724	0.257645	0.365069
504	-0.184971	0.396532	0.057728
505	-0.293313	0.400259	0.001123
506	-0.015219	0.232287	0.177913
507	-0.022524	0.244724	0.240753
508	-0.520342	0.347950	0.249265
509	-0.671997	0.410782	0.153434
510	-0.253089	0.412356	0.489854
511	-0.410922	0.562454	0.543891

10

20

表A.1 : PRBA13コードブック

コードブック・ インデックス	PRBA47(0)	PRBA47(1)	PRBA47(2)	PRBA47(3)
0	-0.103660	0.094597	-0.013149	0.081501
1	-0.170709	0.129958	-0.057316	0.112324
2	-0.095113	0.080892	-0.027554	0.003371
3	-0.154153	0.113437	-0.074522	0.003446
4	-0.109553	0.153519	0.006858	0.040930
5	-0.181931	0.217882	-0.019042	0.040049
6	-0.096246	0.144191	-0.024147	-0.035120
7	-0.174811	0.193357	-0.054261	-0.071700
8	-0.183241	-0.052840	0.117923	0.030960
9	-0.242634	0.009075	0.098007	0.091643
10	-0.143847	-0.028529	0.040171	-0.002812
11	-0.198809	0.006990	0.020668	0.026641
12	-0.233172	-0.028793	0.140130	-0.071927
13	-0.309313	0.056873	0.108262	-0.018930
14	-0.172782	-0.002037	0.048755	-0.087065
15	-0.242901	0.036076	0.015064	-0.064366

30

40

【表 8 - 1 1】

16	0.077107	0.172685	0.159939	0.097456
17	0.024820	0.209676	0.087347	0.105204
18	0.085113	0.151639	0.084272	0.022747
19	0.047975	0.196695	0.038770	0.029953
20	0.113925	0.236813	0.176121	0.016635
21	0.009708	0.267969	0.127660	0.015872
22	0.114044	0.202311	0.096892	-0.043071
23	0.047219	0.260395	0.050952	-0.046996
24	-0.055095	0.034041	0.200464	0.039050
25	-0.061582	0.069566	0.113048	0.027511
26	-0.025469	0.040440	0.132777	-0.039098
27	-0.031388	0.064010	0.067559	-0.017117
28	-0.074386	0.086579	0.228232	-0.055461
29	-0.107352	0.120874	0.137364	-0.030252
30	-0.036897	0.089972	0.155831	-0.128475
31	-0.059070	0.097879	0.084489	-0.075821
32	-0.050865	-0.025167	-0.086636	0.011256
33	-0.051426	0.013301	-0.144665	0.038541
34	-0.073831	-0.028917	-0.142416	-0.025268
35	-0.083910	0.015004	-0.227113	-0.002808
36	-0.030840	-0.009326	-0.070517	-0.041304
37	-0.022018	0.029381	-0.124961	-0.031624
38	-0.064222	-0.014640	-0.108798	-0.092342
39	-0.038801	0.038133	-0.188992	-0.094221
40	-0.154059	-0.183932	-0.019894	0.082105
41	-0.188022	-0.113072	-0.117380	0.090911
42	-0.243301	-0.207086	-0.053735	-0.001975
43	-0.275931	-0.121035	-0.161261	0.004231
44	-0.118142	-0.157537	-0.036594	-0.008679
45	-0.153627	-0.111372	-0.103095	-0.009460
46	-0.173458	-0.180158	-0.057130	-0.103198
47	-0.208509	-0.127679	-0.149336	-0.109289
48	0.096310	0.047927	-0.024094	-0.057018
49	0.044289	0.075486	-0.008505	-0.067635
50	0.076751	0.025560	-0.066428	-0.102991
51	0.025215	0.090417	-0.058616	-0.114284
52	0.125980	0.070078	0.016282	-0.112355
53	0.070859	0.118988	0.001180	-0.116359
54	0.097520	0.059219	-0.026821	-0.172850
55	0.048226	0.145459	-0.050093	-0.188853
56	0.007242	-0.135796	0.147832	-0.034080
57	0.012843	-0.069616	0.077139	-0.047909
58	-0.050911	-0.116323	0.082521	-0.056362
59	-0.039630	-0.055678	0.036066	-0.067992
60	0.042694	-0.091527	0.150940	-0.124225
61	0.029225	-0.039401	0.071664	-0.113665
62	-0.025085	-0.099013	0.074622	-0.138674
63	-0.031220	-0.035717	0.020870	-0.143376
64	0.040638	0.087903	-0.049500	0.094607
65	0.026860	0.125924	-0.103449	0.140882
66	0.075166	0.110186	-0.115173	0.067330
67	0.036642	0.163193	-0.188762	0.103724
68	0.028179	0.095124	-0.053258	0.028900
69	0.002307	0.148211	-0.096037	0.046189

10

20

30

40

【表 8 - 1 2】

70	0.072227	0.137595	-0.095629	0.001339
71	0.033308	0.221480	-0.152201	0.012125
72	0.003458	-0.085112	0.041850	0.113836
73	-0.040610	-0.044880	0.029732	0.177011
74	0.011404	-0.054324	-0.012426	0.077815
75	-0.042413	-0.030930	-0.034844	0.122946
76	-0.002206	-0.045698	0.050651	0.054886
77	-0.041729	-0.016110	0.048005	0.102125
78	0.013963	-0.022204	0.001613	0.028997
79	-0.030218	-0.002052	-0.004365	0.065343
80	0.299049	0.046260	0.076320	0.070784
81	0.250160	0.098440	0.012590	0.137479
82	0.254170	0.095310	0.018749	0.004288
83	0.218892	0.145554	-0.035161	0.069784
84	0.303486	0.101424	0.135996	-0.013096
85	0.262919	0.165133	0.077237	0.071721
86	0.319358	0.170283	0.054554	-0.072210
87	0.272983	0.231181	-0.014471	0.011689
88	0.134116	-0.026693	0.161400	0.110292
89	0.100379	0.026517	0.086236	0.130478
90	0.144718	-0.000895	0.093767	0.044514
91	0.114943	0.022145	0.035871	0.069193
92	0.122051	0.011043	0.192803	0.022796
93	0.079482	0.026156	0.117725	0.056565
94	0.124641	0.027387	0.122956	-0.025369
95	0.090708	0.027357	0.064450	0.013058
96	0.159781	-0.055202	-0.090597	0.151598
97	0.084577	-0.037203	-0.126698	0.119739
98	0.192484	-0.100195	-0.162066	0.104148
99	0.114579	-0.046270	-0.219547	0.100067
100	0.153083	-0.010127	-0.086266	0.068648
101	0.088202	-0.010515	-0.102196	0.046281
102	0.164494	-0.057325	-0.132860	0.024093
103	0.109419	-0.013999	-0.169596	0.020412
104	0.039180	-0.209168	-0.035872	0.087949
105	0.012790	-0.177723	-0.129986	0.073364
106	0.045261	-0.256694	-0.088186	0.004212
107	-0.005314	-0.231202	-0.191671	-0.002628
108	0.037963	-0.153227	-0.045364	0.003322
109	0.030800	-0.126452	-0.114266	-0.010414
110	0.044125	-0.184146	-0.081400	-0.077341
111	0.029204	-0.157393	-0.172017	-0.089814
112	0.393519	-0.043228	-0.111365	-0.000740
113	0.289581	0.018928	-0.123140	0.000713
114	0.311229	-0.059735	-0.198982	-0.081664
115	0.258659	0.052505	-0.211913	-0.034928
116	0.300693	0.011381	-0.083545	-0.086683
117	0.214523	0.053878	-0.101199	-0.061018
118	0.253422	0.028496	-0.156752	-0.163342
119	0.199123	0.113877	-0.166220	-0.102584
120	0.249134	-0.165135	0.028917	0.051838
121	0.156434	-0.123708	0.017053	0.043043
122	0.214763	-0.101243	-0.005581	-0.020703
123	0.140554	-0.072067	-0.015063	-0.011165

10

20

30

40

【表 8 - 1 3】

124	0.241791	-0.152048	0.106403	-0.046857
125	0.142316	-0.131899	0.054076	-0.026485
126	0.206535	-0.086116	0.046640	-0.097615
127	0.129759	-0.081874	0.004693	-0.073169

表A. 2: PRBA47コードブック

【0092】

10

【表 9 - 1】

添付資料B: HOCコードブック

コードブック・ インデックス	HOC0(0)	HOC0(1)	HOC0(2)	HOC0(3)
0	0.264108	0.045976	-0.200999	-0.122344
1	0.479006	0.227924	-0.016114	-0.006835
2	0.077297	0.080775	-0.068936	0.041733
3	0.185486	0.231840	0.182410	0.101613
4	-0.012442	0.223718	-0.277803	-0.034370
5	-0.059507	0.139621	-0.024708	-0.104205
6	-0.248676	0.255502	-0.134894	-0.058338
7	-0.055122	0.427253	0.025059	-0.045051
8	-0.058898	-0.061945	0.028030	-0.022242
9	0.084153	0.025327	0.066780	-0.180839
10	-0.193125	-0.082632	0.140899	-0.089559
11	0.000000	0.033758	0.276623	0.002493
12	-0.396582	-0.049543	-0.118100	-0.208305
13	-0.287112	0.096620	0.049650	-0.079312
14	-0.543760	0.171107	-0.062173	-0.010483
15	-0.353572	0.227440	0.230128	-0.032089
16	0.248579	-0.279824	-0.209589	0.070903
17	0.377604	-0.119639	0.008463	-0.005589
18	0.102127	-0.093666	-0.061325	0.052082
19	0.154134	-0.105724	0.099317	0.187972
20	-0.139232	-0.091146	-0.275479	-0.038435
21	-0.144169	0.034314	-0.030840	0.022207
22	-0.143985	0.079414	-0.194701	0.175312
23	-0.195329	0.087467	0.067711	0.186783
24	-0.123515	-0.377873	-0.209929	-0.212677
25	0.068698	-0.255933	0.120463	-0.095629
26	-0.106810	-0.319964	-0.089322	0.106947
27	-0.158605	-0.309606	0.190900	0.089340
28	-0.489162	-0.432784	-0.151215	-0.005786
29	-0.370883	-0.154342	-0.022545	0.114054
30	-0.742866	-0.204364	-0.123865	-0.038888
31	-0.573077	-0.115287	0.208879	-0.027698

20

30

表B. 1: HOCOコードブック

コードブック・ インデックス	HOC1(0)	HOC1(1)	HOC1(2)	HOC1(3)
0	-0.143886	0.235528	-0.116707	0.025541
1	-0.170182	-0.063822	-0.096934	0.109704
2	0.232915	0.269793	0.047064	-0.032761
3	0.153458	0.068130	-0.033513	0.126553
4	-0.440712	0.132952	0.081378	-0.013210
5	-0.480433	-0.249687	-0.012280	0.007112
6	-0.088001	0.167609	0.148323	-0.119892
7	-0.104628	0.102639	0.183560	0.121674
8	0.047408	-0.000908	-0.214196	-0.109372
9	0.113418	-0.240340	-0.121420	0.041117

40

50

【表 9 - 2】

10	0.385609	0.042913	-0.184584	-0.017851
11	0.453830	-0.180745	0.050455	0.030984
12	-0.155984	-0.144212	0.018226	-0.146356
13	-0.104028	-0.260377	0.146472	0.101389
14	0.012376	-0.000267	0.006657	-0.013941
15	0.165852	-0.103467	0.119713	-0.075455

表B. 2 : HOC1コードブック

コードブック・ インデックス	HOC2(0)	HOC2(1)	HOC2(2)	HOC2(3)
0	0.182478	0.271794	-0.057639	0.026115
1	0.110795	0.092854	0.078125	-0.082726
2	0.057964	0.000833	0.176048	0.135404
3	-0.027315	0.098668	-0.065801	0.116421
4	-0.222796	0.062967	0.201740	-0.089975
5	-0.193571	0.309225	-0.014101	-0.034574
6	-0.389053	-0.181476	0.107682	0.050169
7	-0.345604	0.064900	-0.065014	0.065642
8	0.319393	-0.055491	-0.220727	-0.067499
9	0.460572	0.084686	0.048453	-0.011050
10	0.201623	-0.068994	-0.067101	0.108320
11	0.227528	-0.173900	0.092417	-0.066515
12	-0.016927	0.047757	-0.177686	-0.102163
13	-0.052553	-0.065689	0.019328	-0.033060
14	-0.144910	-0.238617	-0.195206	-0.063917
15	-0.024159	-0.338822	0.003581	0.060995

10

20

表B. 3 : HOC2コードブック

コードブック・ インデックス	HOC3(0)	HOC3(1)	HOC3(2)	HOC3(3)
0	0.323968	0.008964	-0.063117	0.027909
1	0.010900	-0.004030	-0.125016	-0.080818
2	0.109969	0.256272	0.042470	0.000749
3	-0.135446	0.201769	-0.083426	0.093888
4	-0.441995	0.038159	0.022784	0.003943
5	-0.155951	0.032467	0.145309	-0.041725
6	-0.149182	-0.223356	-0.065793	0.075016
7	0.096949	-0.096400	0.083194	0.049306

30

表B. 4 : HOC3コードブック

【 0 0 9 3 】

【表 10 - 1】

添付資料C: MBEトーン・パラメータ

トーン種別	周波数成分 (Hz)	MBEモデル・パラメータ		
		トーン・ インデックス	基本 (Hz)	非ゼロ高調波
単一トーン	156.25	5	156.25	1
単一トーン	187.5	6	187.5	1
...
単一トーン	375.0	12	375.0	1
単一トーン	406.3	13	203.13	2
...
単一トーン	781.25	25	390.63	2
単一トーン	812.50	26	270.83	3
...
単一トーン	1187.5	38	395.83	3
単一トーン	1218.75	39	304.69	4
...
単一トーン	1593.75	51	398.44	4
単一トーン	1625.0	52	325.0	5
...
単一トーン	2000.0	64	400.0	5
単一トーン	2031.25	65	338.54	6
...
単一トーン	2375.0	76	395.83	6
単一トーン	2406.25	77	343.75	7
...
単一トーン	2781.25	89	397.32	7
単一トーン	2812.5	90	351.56	8
...
単一トーン	3187.5	102	398.44	8
単一トーン	3218.75	103	357.64	9
...
単一トーン	3593.75	115	399.31	9
単一トーン	3625.0	116	362.5	10
...
単一トーン	3812.5	122	381.25	10

10

20

30

40

【表 10 - 2】

DTMF トーン	941, 1336	128	78.50	12, 17
DTMF トーン	697, 1209	129	173.48	4, 7
DTMF トーン	697, 1336	130	70.0	10, 19
DTMF トーン	697, 1477	131	87.0	8, 17
DTMF トーン	770, 1209	132	109.95	7, 11
DTMF トーン	770, 1336	133	191.68	4, 7
DTMF トーン	770, 1477	134	70.17	11, 21
DTMF トーン	852, 1209	135	71.06	12, 17
DTMF トーン	852, 1336	136	121.58	7, 11
DTMF トーン	852, 1477	137	212.0	4, 7
DTMF トーン	697, 1633	138	116.41	6, 14
DTMF トーン	770, 1633	139	96.15	8, 17
DTMF トーン	852, 1633	140	71.0	12, 23
DTMF トーン	941, 1633	141	234.26	4, 7
DTMF トーン	941, 1209	142	134.38	7, 9
DTMF トーン	941, 1477	143	134.35	7, 11
Knox トーン	820, 1162	144	68.33	12, 17
Knox トーン	606, 1052	145	150.89	4, 7
Knox トーン	606, 1162	146	67.82	9, 17
Knox トーン	606, 1297	147	86.50	7, 15
Knox トーン	672, 1052	148	95.79	7, 11
Knox トーン	672, 1162	149	166.92	4, 7
Knox トーン	672, 1297	150	67.70	10, 19
Knox トーン	743, 1052	151	74.74	10, 14
Knox トーン	743, 1162	152	105.90	7, 11
Knox トーン	743, 1297	153	92.78	8, 14
Knox トーン	606, 1430	154	101.55	6, 14
Knox トーン	672, 1430	155	84.02	8, 17
Knox トーン	743, 1430	156	67.83	11, 21
Knox トーン	820, 1430	157	102.30	8, 14
Knox トーン	820, 1052	158	117.0	7, 9
Knox トーン	820, 1297	159	117.49	7, 11
呼進展	350, 440	160	87.78	4, 5
呼進展	440, 480	161	70.83	6, 7
呼進展	480, 630	162	122.0	4, 5
呼進展	350, 490	163	70.0	5, 7

10

20

30

40

【図面の簡単な説明】

【0094】

【図1】図1は、M B E ボコーダの応用のブロック図である。

【図2】図2は、エンコーダおよびデコーダを含む半レートM B E ボコーダの一実現例のブロック図である。

【図3】図3は、図2の半レートM B E エンコーダにおいて用いることができるような、M B E パラメータ推定部のブロック図である。

【図4】図4は、図2の半レートM B E エンコーダにおいて用いることができるようなM 50

B E パラメータ量子化器の一実現例のブロック図である。

【図 5】図 5 は、図 2 の半レート・エンコーダの半レート M B E 対数スペクトル強度量子化器の一実現例のブロック図である。

【図 6】図 6 は、図 2 の半レート M B E エンコーダのスペクトル強度予測残余量子化器のブロック図である。

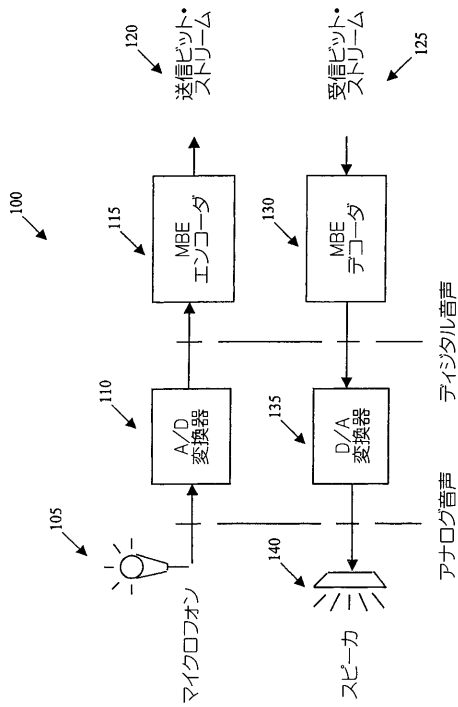
【符号の説明】

【 0 0 9 5 】

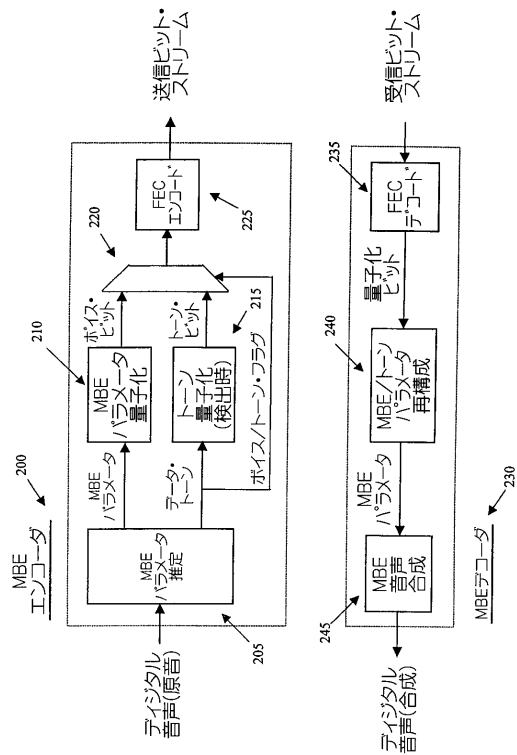
1 0 5	マイクログフォン	
1 1 0	A / D 変換器	
1 1 5	M B E エンコーダ	10
1 2 0	送信ビット・ストリーム	
1 2 5	受信ビット・ストリーム	
1 3 0	M B E デコーダ	
1 3 5	D / A 変換器	
1 4 0	スピーカ	
2 0 0	M B E エンコーダ	
2 0 5	パラメータ推定ユニット	
2 1 0	M B E パラメータ量子化ユニット	
2 1 5	トーン量子化ユニット	
2 2 0	セレクタ・ユニット	20
2 2 5	F E C エンコード・ユニット	
2 3 0	M B E デコーダ・ユニット	
2 3 5	F E C デコード・ユニット	
2 4 0	パラメータ再構成ユニット	
2 4 5	音声合成ユニット	
3 0 0	M B E パラメータ推定部	
3 0 5	ハイパス・フィルタ	
3 1 0	ピッチ推定ユニット	
3 1 5	ウィンドウ化および F F T ユニット	
3 2 0	基本周波数推定部	30
3 2 5	発声判断発生部	
3 3 0	スペクトル強度発生部	
3 3 5	トーン検出ユニット	
3 4 0	M B E パラメータ推定	
4 0 0	M B E パラメータ量子化技法	
4 0 5	M B E パラメータ	
4 1 0	基本周波数量子化ユニット	
4 1 5	周波数マッピング・ユニット	
4 2 0	5 ビット発声帯域重み付けベクトル量子化ユニット	
4 2 5	対数計算ユニット	40
4 3 0	スペクトル強度量子化ユニット	
4 3 5	結合ユニット	
5 0 0	対数スペクトル強度量子化技法	
5 0 5	平均計算ユニット	
5 1 0	減算ユニット	
5 1 5	利得量子化ユニット	
5 2 0	強度予測残余量子化ユニット	
5 2 5	逆強度予測残余量子化ユニット	
5 3 0	加算ユニット	
5 3 5	フレーム記憶エレメント	50

- 5 4 0 予測強度計算ユニット
- 5 4 5 スケーリング・ユニット
- 5 5 0 平均再構成ユニット
- 5 5 5 対数スペクトル強度再構成技法
- 5 6 0 再構成対数スペクトル強度
- 6 0 0 強度予測残余量子化技法
- 6 0 5 ブロック分割部
- 6 1 0 離散余弦変換 (D C T) ユニット
- 6 1 5 P R B A および H O C ベクトル変換ユニット
- 6 2 0 分割ベクトル量子化ユニット
- 6 2 5 コードブック

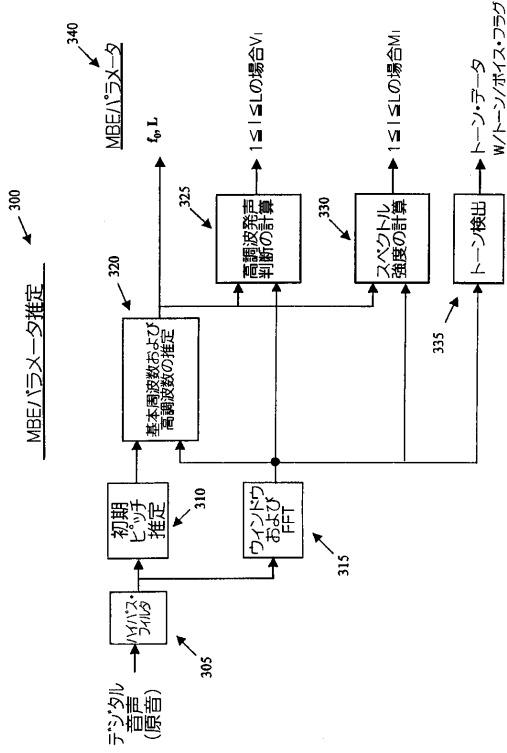
【 図 1 】



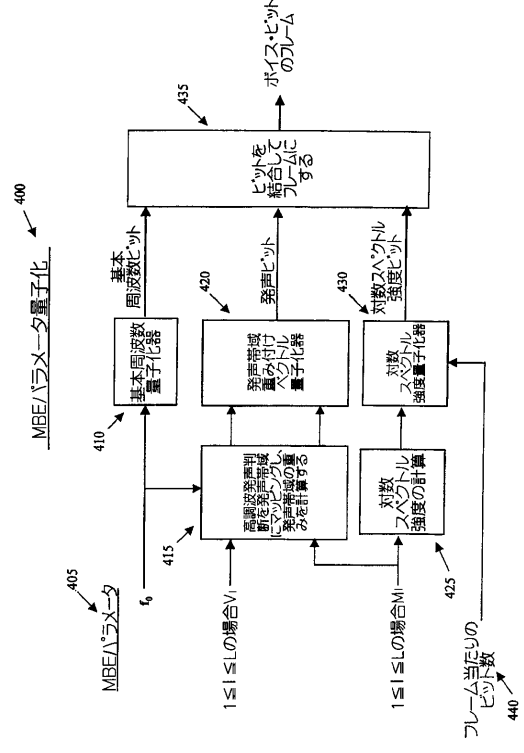
【 図 2 】



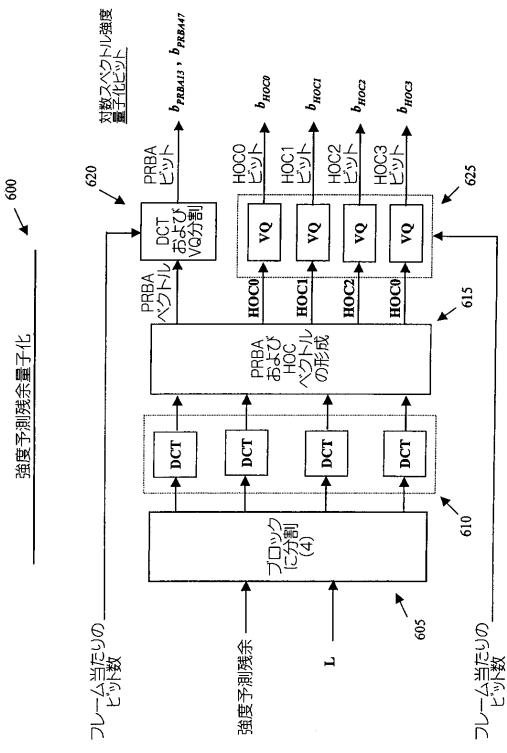
【 図 3 】



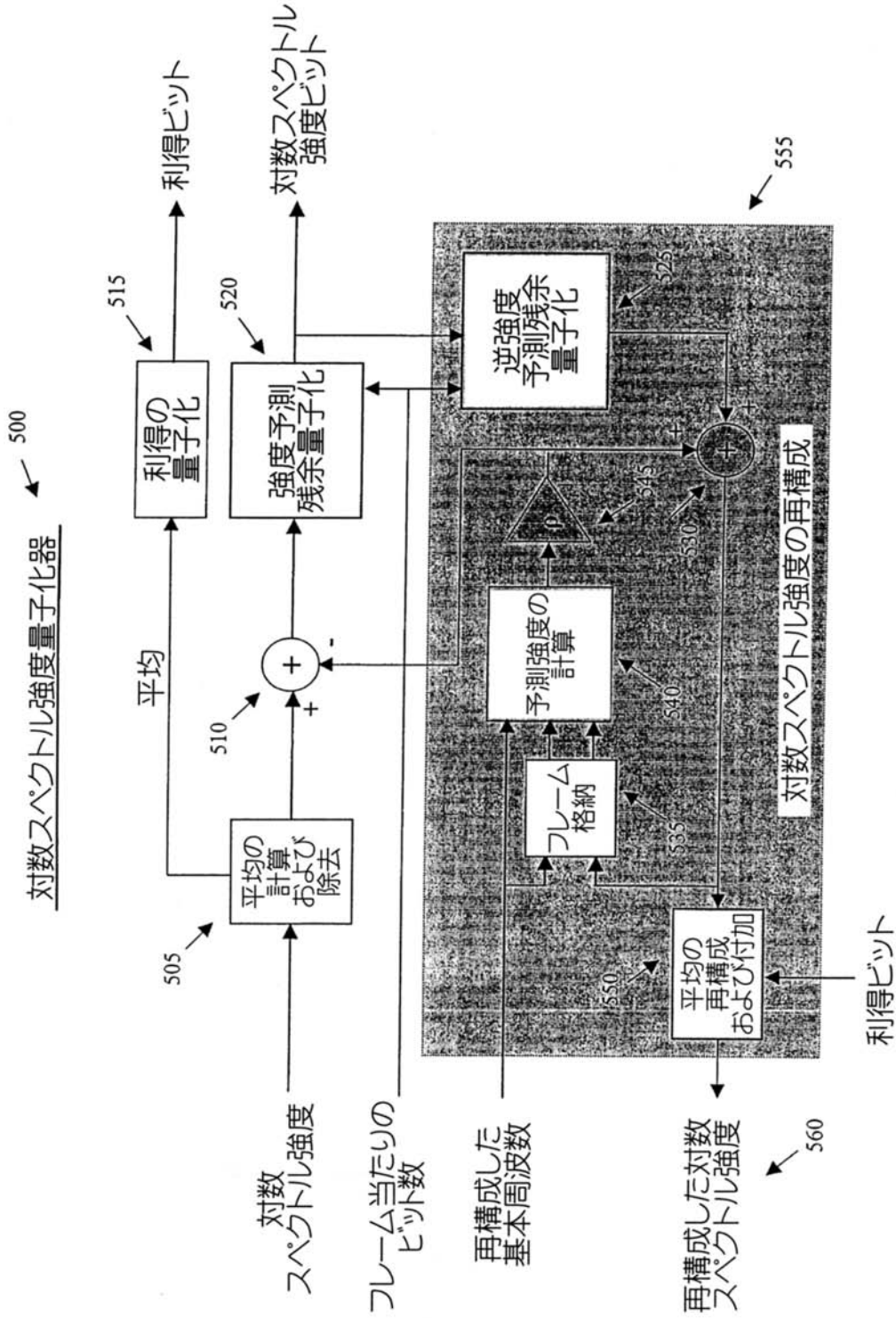
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100120112

弁理士 中西 基晴

(72)発明者 ジョン・シー・ハードウィック

アメリカ合衆国マサチューセッツ州 0 1 7 7 6 , サドバリー , キャンパーダウン・レーン 7 5

Fターム(参考) 5D045 DA11

5J064 AA02 BA13 BA16 BB03 BB08 BC01 BC02 BC06 BC07 BC08

BC11 BC14 BC16 BC21 BD02

【外国語明細書】

2004310088000001.pdf