

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5694751号  
(P5694751)

(45) 発行日 平成27年4月1日(2015.4.1)

(24) 登録日 平成27年2月13日(2015.2.13)

(51) Int.Cl.

F I

G 1 O L 19/032 (2013.01)  
G 1 O L 19/02 (2013.01)

G 1 O L 19/032 1 O O Z  
G 1 O L 19/02 1 6 O A

請求項の数 28 (全 39 頁)

(21) 出願番号 特願2010-277180 (P2010-277180)  
(22) 出願日 平成22年12月13日(2010.12.13)  
(65) 公開番号 特開2012-128022 (P2012-128022A)  
(43) 公開日 平成24年7月5日(2012.7.5)  
審査請求日 平成25年7月31日(2013.7.31)

(73) 特許権者 000004226  
日本電信電話株式会社  
東京都千代田区大手町一丁目5番1号  
(74) 代理人 100121706  
弁理士 中尾 直樹  
(74) 代理人 100128705  
弁理士 中村 幸雄  
(74) 代理人 100147773  
弁理士 義村 宗洋  
(74) 代理人 100066153  
弁理士 草野 卓  
(72) 発明者 守谷 健弘  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日  
本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 符号化方法、復号方法、符号化装置、復号装置、プログラム、記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定の時間区間の音響信号に由来する周波数領域のサンプル列の符号化方法であって、

(1) 上記サンプル列の全てのサンプルが含まれ、かつ、

(2) 上記サンプル列のうちの上記音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルおよび、上記サンプル列のうちの上記音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプル、の全部または一部のサンプルが集まるように上記サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えたもの、

を並べ替え後のサンプル列(以下、暫定サンプル列という)とし、

(3) 上記暫定サンプル列の全てのサンプルが含まれ、かつ、

(4) 上記暫定サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを、上記音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列のうちの上記サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べ替えたもの、

を並べ替え後のサンプル列として出力する並べ替えステップと、

上記並べ替えステップで得られたサンプル列を符号化する符号化ステップとを有する符号化方法。

【請求項2】

所定の時間区間の音響信号に由来する周波数領域のサンプル列の符号化方法であっ

て、

(1) 上記サンプル列の全てのサンプルが含まれ、かつ、

(2) 上記サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを、上記音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べ替えたもの、

を並べ替え後のサンプル列（以下、暫定サンプル列という）とし、

(3) 上記暫定サンプル列の全てのサンプルが含まれ、かつ、

(4) 上記暫定サンプル列のうちの上記音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルおよび、上記暫定サンプル列のうちの上記音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプル、の全部または一部のサンプルが集まるように上記暫定サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えたもの、

を並べ替え後のサンプル列として出力する並べ替えステップと、

上記並べ替えステップで得られたサンプル列を符号化する符号化ステップとを有する符号化方法。

#### 【請求項3】

所定の時間区間の音響信号に由来する周波数領域のサンプル列の符号化方法であって、

(1) 上記サンプル列の全てのサンプルが含まれ、かつ、

(2) 上記サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを、上記音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べ替えたもの、

を並べ替え後のサンプル列（以下、第1サンプル列という）として出力し、

(3) 上記サンプル列の全てのサンプルが含まれ、かつ、

(4) 上記サンプル列のうちの上記音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルおよび、上記サンプル列のうちの上記音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプル、の全部または一部のサンプルが集まるように上記サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えたもの、

を並べ替え後のサンプル列（以下、第2サンプル列という）として出力する並べ替えステップと、

上記第1サンプル列及び上記第2サンプル列をそれぞれ符号化して符号列を得て、得られた符号列のうち符号量が最小の符号列を出力する符号化ステップとを有する符号化方法。

#### 【請求項4】

請求項1から請求項3のいずれかに記載の符号化方法であって、

上記所定の時間区間の音響信号に対応する予測利得またはその推定値が予め定められた閾値以上である場合に、上記並べ替えステップが実行され、

上記並べ替えステップが実行されない場合には、符号化ステップでは上記音響信号に由来する周波数領域の上記サンプル列が符号化されることを特徴とする符号化方法。

#### 【請求項5】

請求項1から請求項3のいずれかに記載の符号化方法であって、

上記音響信号に由来する周波数領域の上記サンプル列に含まれるサンプルの絶対値和またはパワーが予め定められた閾値以上である場合に、上記並べ替えステップが実行され、

上記並べ替えステップが実行されない場合には、符号化ステップでは上記音響信号に由来する周波数領域の上記サンプル列が符号化されることを特徴とする符号化方法。

#### 【請求項6】

10

20

30

40

50

所定の時間区間の音響信号に由来する周波数領域のサンプル列の符号化方法であって、

上記所定の時間区間の音響信号に対応する予測利得またはその推定値が予め定められた閾値以上である場合に実行される、

(1) 上記サンプル列の全てのサンプルが含まれ、かつ、

(2) 上記サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを、上記音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べ替えたもの、

を並べ替え後のサンプル列として出力する並べ替えステップと、

上記並べ替えステップが実行された場合には、上記並べ替えステップで得られたサンプル列を符号化し、上記並べ替えステップが実行されなかった場合には、上記音響信号に由来する周波数領域の上記サンプル列を符号化する符号化ステップと  
を有することを特徴とする符号化方法。

10

【請求項7】

所定の時間区間の音響信号に由来する周波数領域のサンプル列の符号化方法であって、

上記音響信号に由来する周波数領域の上記サンプル列に含まれるサンプルの絶対値和またはパワーが予め定められた閾値以上である場合に実行される、

(1) 上記サンプル列の全てのサンプルが含まれ、かつ、

(2) 上記サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを、上記音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べ替えたもの、

を並べ替え後のサンプル列として出力する並べ替えステップと、

上記並べ替えステップが実行された場合には、上記並べ替えステップで得られたサンプル列を符号化し、上記並べ替えステップが実行されなかった場合には、上記音響信号に由来する周波数領域の上記サンプル列を符号化する符号化ステップと  
を有することを特徴とする符号化方法。

20

【請求項8】

請求項1から請求項7のいずれかに記載の符号化方法であって、

上記符号化ステップでは、

上記並べ替えステップで得られたサンプル列のうち、上記所定の時間区間の音響信号に対応する予測利得またはその推定値と予め定められた閾値との大小関係に応じて定まる範囲に含まれるサンプルの集まりに対してライス符号化が適用されることを特徴とする符号化方法。

30

【請求項9】

入力された符号列を復号する復号方法であって、

所定の時間区間ごとに、

入力された符号列を復号して、周波数領域のサンプル列を得る復号ステップと、

(A) 音響信号の周期性を表わす情報、音響信号の基本周波数を表す情報、音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルと音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルとの間隔を表す情報、のいずれかと、(B) 音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列の大小関係とに従って、上記復号ステップで得られたサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えて当該音響信号に由来するサンプル列を得る回復ステップと

40

を有し、

上記復号ステップで得られたサンプル列は、

(1) 上記音響信号に由来するサンプル列を構成する全てのサンプルを含み、かつ、

(2) 上記音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルおよび、上記音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプル、の全部または一部のサンプルが集ま

50

るように、周波数領域のサンプルが並べられたもの（以下、暫定サンプル列という）に対して、

（３）上記暫定サンプル列を構成する全てのサンプルを含み、かつ、

（４）上記暫定サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルが、上記パワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べられたものである

ことを特徴とする復号方法。

【請求項 10】

入力された符号列を復号する復号方法であって、

所定の時間区間ごとに、

入力された符号列を復号して、周波数領域のサンプル列を得る復号ステップと、

（Ａ）音響信号の周期性を表わす情報、音響信号の基本周波数を表す情報、音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルと音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルとの間隔を表す情報、のいずれかと、（Ｂ）音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列の大小関係とに従って、上記復号ステップで得られたサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えて当該音響信号に由来するサンプル列を得る回復ステップと

を有し、

上記復号ステップで得られたサンプル列は、

（１）上記音響信号に由来するサンプル列を構成する全てのサンプルを含み、かつ、

（２）上記音響信号に由来するサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルが、上記パワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べられたもの（以下、暫定サンプル列という）に対して、

（３）上記暫定サンプル列を構成する全てのサンプルを含み、かつ、

（４）上記音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルおよび、上記音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプル、の全部または一部のサンプルが集まるように、上記暫定サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルが並べられたものである

ことを特徴とする復号方法。

【請求項 11】

入力された符号列を復号する復号方法であって、

所定の時間区間ごとに、

入力された符号列を復号して、周波数領域のサンプル列を得る復号ステップと、

上記復号ステップで得られたサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えて音響信号に由来するサンプル列を得る回復ステップと

を有し、

上記復号ステップで得られたサンプル列は、

（１）上記音響信号に由来するサンプル列を構成する全てのサンプルを含み、かつ、

（２）上記音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルおよび、上記音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプル、の全部または一部のサンプルが集まるように、周波数領域のサンプルが並べられたもの（以下、第 1 サンプル列という）、または、

（３）上記音響信号に由来するサンプル列を構成する全てのサンプルを含み、かつ、

（４）上記音響信号に由来するサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルが、上記音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べられたもの（以下、第 2 サンプル列という）、であり、

上記回復ステップは、

10

20

30

40

50

(A) 上記復号ステップで得られたサンプル列が上記第1サンプル列である場合には、音響信号の周期性を表わす情報、音響信号の基本周波数を表す情報、音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルと音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルとの間隔を表す情報、のいずれかに従って、上記第1サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えて上記音響信号に由来するサンプル列を得て、(B) 上記復号ステップで得られたサンプル列が上記第2サンプル列である場合には、音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列の大小関係に従って、上記第2サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えて上記音響信号に由来するサンプル列を得る

ことを特徴とする復号方法。

10

【請求項12】

請求項9から請求項11のいずれかに記載の復号方法であって、

入力された量子化済PARCOR係数から計算される予測利得またはその推定値が予め定められた閾値以上である場合に、上記回復ステップが実行される

ことを特徴とする復号方法。

【請求項13】

請求項9から請求項11のいずれかに記載の復号方法であって、

上記復号ステップで得られたサンプル列に含まれるサンプルの絶対値和またはパワーが予め定められた閾値以上である場合に、上記回復ステップが実行される

ことを特徴とする復号方法。

20

【請求項14】

入力された符号列を復号する復号方法であって、

所定の時間区間ごとに、

入力された符号列を復号して、周波数領域のサンプル列を得る復号ステップと、

音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列の大小関係に従って

、上記復号ステップで得られたサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えて当該音響信号に由来するサンプル列を得る回復ステップと  
を有し、

入力された量子化済PARCOR係数から計算される予測利得またはその推定値が予め定められた閾値以上である場合には、上記復号ステップで得られたサンプル列は、

30

(1) 上記音響信号に由来するサンプル列を構成する全てのサンプルを含み、かつ、

(2) 上記音響信号に由来するサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルが、上記パワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べられたものであり、

入力された量子化済PARCOR係数から計算される予測利得またはその推定値が予め定められた閾値以上である場合に、上記回復ステップが実行される

ことを特徴とする復号方法。

【請求項15】

入力された符号列を復号する復号方法であって、

所定の時間区間ごとに、

入力された符号列を復号して、周波数領域のサンプル列を得る復号ステップと、

音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列の大小関係に従って

、上記復号ステップで得られたサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えて当該音響信号に由来するサンプル列を得る回復ステップと  
を有し、

40

上記復号ステップで得られたサンプル列に含まれるサンプルの絶対値和またはパワーが予め定められた閾値以上である場合には、上記復号ステップで得られたサンプル列は

(1) 上記音響信号に由来するサンプル列を構成する全てのサンプルを含み、かつ、

(2) 上記音響信号に由来するサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルが、上記

50

パワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べられたものであり、

上記復号ステップで得られたサンプル列に含まれるサンプルの絶対値和またはパワーが予め定められた閾値以上である場合に、上記回復ステップが実行されることを特徴とする復号方法。

【請求項 16】

請求項 9 から請求項 15 のいずれかに記載の復号方法であって、  
 入力された符号列の少なくとも一部はライス符号化によって得られたものであり、  
 上記復号ステップでは、  
 入力された量子化済PARCOR係数から計算される予測利得またはその推定値と予め定められた閾値との大小関係に応じて定まる範囲の符号列に対して上記ライス符号化に対応する復号が行われる  
 ことを特徴とする復号方法。

10

【請求項 17】

所定の時間区間の音響信号に由来する周波数領域のサンプル列の符号化装置であって、

(1) 上記サンプル列の全てのサンプルが含まれ、かつ、  
 (2) 上記サンプル列のうちの上記音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルおよび、上記サンプル列のうちの上記音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプル、の全部または一部のサンプルが集まるように上記サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えたもの、  
 を並べ替え後のサンプル列（以下、暫定サンプル列という）とし、

20

(3) 上記暫定サンプル列の全てのサンプルが含まれ、かつ、  
 (4) 上記暫定サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを、上記音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べ替えたもの、  
 を並べ替え後のサンプル列として出力する並べ替え部と、

上記並べ替え部によって得られたサンプル列を符号化する符号化部と  
 を含む符号化装置。

30

【請求項 18】

所定の時間区間の音響信号に由来する周波数領域のサンプル列の符号化装置であって、

(1) 上記サンプル列の全てのサンプルが含まれ、かつ、  
(2) 上記サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを、上記音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べ替えたもの、  
を並べ替え後のサンプル列（以下、暫定サンプル列という）とし、

(3) 上記暫定サンプル列の全てのサンプルが含まれ、かつ、  
(4) 上記暫定サンプル列のうちの上記音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルおよび、上記暫定サンプル列のうちの上記音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプル、の全部または一部のサンプルが集まるように上記暫定サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えたもの、  
を並べ替え後のサンプル列として出力する並べ替え部と、

40

上記並べ替え部によって得られたサンプル列を符号化する符号化部と  
を含む符号化装置。

【請求項 19】

所定の時間区間の音響信号に由来する周波数領域のサンプル列の符号化装置であって、

50

(1) 上記サンプル列の全てのサンプルが含まれ、かつ、  
 (2) 上記サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを、上記音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べ替えたもの、  
 を並べ替え後のサンプル列（以下、第1サンプル列という）として出力し、

(3) 上記サンプル列の全てのサンプルが含まれ、かつ、

(4) 上記サンプル列のうちの上記音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルおよび、上記サンプル列のうちの上記音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプル、の全部または一部のサンプルが集まるように上記サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えたもの、  
 を並べ替え後のサンプル列（以下、第2サンプル列という）として出力する並べ替え部と

10

上記第1サンプル列及び上記第2サンプル列をそれぞれ符号化して符号列を得て、得られた符号列のうち符号量が最小の符号列を出力する符号化部とを含む符号化装置。

【請求項20】

所定の時間区間の音響信号に由来する周波数領域のサンプル列の符号化装置であって、  
上記所定の時間区間の音響信号に対応する予測利得またはその推定値が予め定められた閾値以上である場合に実行される、

20

(1) 上記サンプル列の全てのサンプルが含まれ、かつ、

(2) 上記サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを、上記音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べ替えたもの、  
 を並べ替え後のサンプル列として出力する並べ替え部と、

上記並べ替え部が実行された場合には、上記並べ替え部で得られたサンプル列を符号化し、上記並べ替え部が実行されなかった場合には、上記音響信号に由来する周波数領域の上記サンプル列を符号化する符号化部と  
を含むことを特徴とする符号化装置。

30

【請求項21】

所定の時間区間の音響信号に由来する周波数領域のサンプル列の符号化装置であって、  
上記音響信号に由来する周波数領域の上記サンプル列に含まれるサンプルの絶対値和またはパワーが予め定められた閾値以上である場合に実行される、

(1) 上記サンプル列の全てのサンプルが含まれ、かつ、

(2) 上記サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを、上記音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べ替えたもの、  
 を並べ替え後のサンプル列として出力する並べ替え部と、

40

上記並べ替え部が実行された場合には、上記並べ替え部で得られたサンプル列を符号化し、上記並べ替え部が実行されなかった場合には、上記音響信号に由来する周波数領域の上記サンプル列を符号化する符号化部と  
を含むことを特徴とする符号化装置。

【請求項22】

入力された符号列を復号する復号装置であって、

所定の時間区間ごとに、

入力された符号列を復号して、周波数領域のサンプル列を得る復号部と、

(A) 音響信号の周期性を表わす情報、音響信号の基本周波数を表す情報、音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルと音響信号の周期性または基本周波数の

50

整数倍に対応するサンプルとの間隔を表す情報、のいずれかと、(B)音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列の大小関係とに従って、上記復号部によって得られたサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えて当該音響信号に由来するサンプル列を得る回復部とを含み、

上記復号部によって得られたサンプル列は、

- (1) 上記音響信号に由来するサンプル列を構成する全てのサンプルを含み、かつ、
  - (2) 上記音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルおよび、上記音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプル、の全部または一部のサンプルが集まるように、周波数領域のサンプルが並べられたもの(以下、暫定サンプル列という)に対して、
  - (3) 上記暫定サンプル列を構成する全てのサンプルを含み、かつ、
  - (4) 上記暫定サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルが、上記パワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べられたものである
- ことを特徴とする復号装置。

【請求項23】

入力された符号列を復号する復号装置であって、  
所定の時間区間ごとに、

入力された符号列を復号して、周波数領域のサンプル列を得る復号部と、

(A)音響信号の周期性を表わす情報、音響信号の基本周波数を表す情報、音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルと音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルとの間隔を表す情報、のいずれかと、(B)音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列の大小関係とに従って、上記復号部によって得られたサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えて当該音響信号に由来するサンプル列を得る回復部と  
を含み、

上記復号部によって得られたサンプル列は、

- (1) 上記音響信号に由来するサンプル列を構成する全てのサンプルを含み、かつ、
- (2) 上記音響信号に由来するサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルが、上記パワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べられたもの(以下、暫定サンプル列という)に対して、
- (3) 上記暫定サンプル列を構成する全てのサンプルを含み、かつ、
- (4) 上記音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルおよび、上記音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプル、の全部または一部のサンプルが集まるように、上記暫定サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルが並べられたものである

ことを特徴とする復号装置。

【請求項24】

入力された符号列を復号する復号装置であって、  
所定の時間区間ごとに、

入力された符号列を復号して、周波数領域のサンプル列を得る復号部と、

上記復号部によって得られたサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えて音響信号に由来するサンプル列を得る回復部とを含み、

上記復号部によって得られたサンプル列は、

- (1) 上記音響信号に由来するサンプル列を構成する全てのサンプルを含み、かつ、
- (2) 上記音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルを含む一つまたは連続

10

20

30

40

50

する複数のサンプルおよび、上記音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプル、の全部または一部のサンプルが集まるように、周波数領域のサンプルが並べられたもの（以下、第1サンプル列という）、または、

（3）上記音響信号に由来するサンプル列を構成する全てのサンプルを含み、かつ、

（4）上記音響信号に由来するサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルが、上記音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べられたもの（以下、第2サンプル列という）、であり、

上記回復部は、

（A）上記復号部によって得られたサンプル列が上記第1サンプル列である場合には、音響信号の周期性を表わす情報、音響信号の基本周波数を表す情報、音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルと音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルとの間隔を表す情報、のいずれかに従って、上記第1サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えて上記音響信号に由来するサンプル列を得て、（B）上記復号部によって得られたサンプル列が上記第2サンプル列である場合には、音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列の大小関係に従って、上記第2サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えて上記音響信号に由来するサンプル列を得る

ことを特徴とする復号装置。

【請求項25】

入力された符号列を復号する復号装置であって、

所定の時間区間ごとに、

入力された符号列を復号して、周波数領域のサンプル列を得る復号部と、

音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列の大小関係に従って

、上記復号部で得られたサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えて当該音響信号に由来するサンプル列を得る回復部と  
を含み、

入力された量子化済PARCOR係数から計算される予測利得またはその推定値が予め定められた閾値以上である場合には、上記復号部で得られたサンプル列は、

（1）上記音響信号に由来するサンプル列を構成する全てのサンプルを含み、かつ、

（2）上記音響信号に由来するサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルが、上記パワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べられたものであり、

入力された量子化済PARCOR係数から計算される予測利得またはその推定値が予め定められた閾値以上である場合に、上記回復部が実行される

ことを特徴とする復号装置。

【請求項26】

入力された符号列を復号する復号装置であって、

所定の時間区間ごとに、

入力された符号列を復号して、周波数領域のサンプル列を得る復号部と、

音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列の大小関係に従って

、上記復号部で得られたサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えて当該音響信号に由来するサンプル列を得る回復部と

を含み、

上記復号部で得られたサンプル列に含まれるサンプルの絶対値和またはパワーが予め定められた閾値以上である場合には、上記復号部で得られたサンプル列は、

（1）上記音響信号に由来するサンプル列を構成する全てのサンプルを含み、かつ、

（2）上記音響信号に由来するサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルが、上記パワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順また

10

20

30

40

50

は小さい順に並べられたものであり、

上記復号部で得られたサンプル列に含まれるサンプルの絶対値和またはパワーが予め定められた閾値以上である場合に、上記回復部が実行されることを特徴とする復号装置。

【請求項 27】

請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載された符号化方法または請求項 9 から請求項 16 のいずれかに記載された復号方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項 28】

請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載された符号化方法または請求項 9 から請求項 16 のいずれかに記載された復号方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した、コンピュータが読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、音響信号の符号化技術並びにそのこの符号化技術によって得られた符号列の復号技術に関する。より詳しくは、音響信号を周波数領域に変換して得られた周波数領域のサンプル列の符号化とその復号に関する。

【背景技術】

【0002】

低ビット（例えば10kbit/s～20kbit/s程度）の音声信号や音響信号の符号化方法として、DFT（離散フーリエ変換）やMDCT（変形離散コサイン変換）などの直交変換係数に対する適応符号化が知られている。例えば標準規格技術であるAMR-WB+(Extended Adaptive Multi-Rate Wideband)は、TCX（transform coded excitation：変換符号化励振）符号化モードを持ち、この中ではDFT係数を8サンプルごとに正規化してベクトル量子化している。

【0003】

また、TwinVQ（Transform domain Weighted Interleave Vector Quantization）では、MDCT係数全体を固定の規則で並べ替えた後のサンプルの集まりがベクトルとして符号化される。この際、例えば、MDCT係数からピッチ周期ごとの大きな成分を抽出し、ピッチ周期に対応する情報を符号化し、さらにピッチ周期ごとの大きな成分を取り除いた残りのMDCT係数列を並べ替えて、並べ替え後のMDCT係数列を所定サンプル数ごとにベクトル量子化することにより符号化する方法などが採用される場合もある。TwinVQに関する文献として非特許文献 1, 2 を例示できる。

【0004】

また、等間隔にサンプルを抽出して符号化する技術として例えば特許文献 1 を例示できる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2009 - 156971 号公報

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献 1】T. Moriya, N. Iwakami, A. Jin, K. Ikeda, and S. Miki, "A Design of Transform Coder for Both Speech and Audio Signals at 1 bit/sample," Proc. ICA SSP'97, pp. 1371-1374, 1997.

【非特許文献 2】J. Herre, E. Allamanche, K. Brandenburg, M. Dietz, B. Teichmann, B. Grill, A. Jin, T. Moriya, N. Iwakami, T. Norimatsu, M. Tsushima, T. Ishikawa, "The integrated Filterbank Based Scalable MPEG-4 Audio Coder," 105th Convention Audio Engineering Society, 4810, 1998.

【発明の概要】

10

20

30

40

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

AMR-WB+をはじめ、TCXに基づく符号化では周期性に基づく周波数領域の係数の振幅のばらつきは考慮されていないため、ばらつきの大きい振幅をまとめて符号化すると符号化効率は低下してしまう。TCXでの量子化や符号化には各種変形例があるが、例えば、量子化により離散値となったMDCT係数を周波数の低いほうから並べた系列をエントロピー符号化によって圧縮を行う場合を考える。この場合、複数のサンプルを1シンボル(符号化単位)とし、そのシンボルの直前のシンボルに依存して割り当て符号を適応的に制御する。一般に、振幅が小さければ短い符号が割り当てられ、振幅が大きい場合には長い符号が割り当てられる。シンボルの直前のシンボルに依存して割り当て符号を適応的に制御するため、振幅の小さい値が連続すると、ますます短い符号が割り当てられる一方、小さい振幅のサンプルのあとに急に大きな振幅が出現すると非常に長い符号が割り当てられてしまう。

10

## 【0008】

また、従来のTwinVQは、所定サンプルにより構成されるベクトルの全てに同じ符号帳の符号を割り当てる固定長符号のベクトル量子化を用いることを前提として設計されており、可変長符号化を使ってMDCT係数を符号化することは一切想定されていなかった。

## 【0009】

本発明は、このような技術的背景に鑑みて、離散信号、特に音声音響デジタル信号の低ビットでの符号化による品質を低演算量で改善する符号化・復号技術を提供することを目的とする。

20

## 【課題を解決するための手段】

## 【0010】

本発明の符号化技術によると、所定の時間区間の音響信号に由来する周波数領域のサンプル列について、(1)サンプル列の全てのサンプルが含まれ、かつ、(2)サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを、音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べ替えたもの、を並べ替え後のサンプル列として出力する[並べ替え処理]。そして、並べ替え処理によって得られたサンプル列を符号化する[符号化手続]。

## 【0011】

あるいは、本発明の符号化技術によると、所定の時間区間の音響信号に由来する周波数領域のサンプル列について、(1)サンプル列の全てのサンプルが含まれ、かつ、(2)サンプル列のうちの音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルおよび、サンプル列のうちの音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプル、の全部または一部のサンプルが集まるようにサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えたもの、を並べ替え後のサンプル列(以下、暫定サンプル列という)とし、(3)暫定サンプル列の全てのサンプルが含まれ、かつ、(4)暫定サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを、音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べ替えたもの、を並べ替え後のサンプル列として出力する[並べ替え処理]。そして、並べ替え処理によって得られたサンプル列を符号化する[符号化手続]。

30

40

## 【0012】

あるいは、本発明の符号化技術によると、所定の時間区間の音響信号に由来する周波数領域のサンプル列について、(1)サンプル列の全てのサンプルが含まれ、かつ、(2)サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを、音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べ替えたもの、を並べ替え後のサンプル列(以下、第1サンプル列という)として出力し、(3)サンプル列の全てのサンプルが含まれ、かつ、(4)サンプル列のうちの音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルおよび、サンプル列のうちの音響信号の周期性または基本周波数の整数倍

50

に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプル、の全部または一部のサンプルが集まるようにサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えたもの、を並べ替え後のサンプル列（以下、第2サンプル列という）として出力する[並べ替え処理]。そして、第1サンプル列及び第2サンプル列をそれぞれ符号化して符号列を得て、得られた符号列のうち符号量が最小の符号列を出力する[符号化手続]。

【0013】

これらの符号化技術では、所定の時間区間の音響信号に対応する予測利得またはその推定値が予め定められた閾値以上である場合に、並べ替え処理が実行され、並べ替え処理が実行されない場合には、符号化手続では音響信号に由来する周波数領域のサンプル列が符号化されるように構成してもよい。あるいは、音響信号に由来する周波数領域のサンプル列に含まれるサンプルの絶対値和またはパワーが予め定められた閾値以上である場合に、並べ替え処理が実行され、並べ替え処理が実行されない場合には、符号化手続では音響信号に由来する周波数領域のサンプル列が符号化されるように構成してもよい。

10

【0014】

上述の符号化技術の符号化手続では、並べ替え処理で得られたサンプル列のうち、所定の時間区間の音響信号に対応する予測利得またはその推定値と予め定められた閾値との大小関係に応じて定まる範囲に含まれるサンプルの集まりに対してライス符号化が適用されるようにしてもよい。

【0015】

本発明の復号技術によると、所定の時間区間ごとに、入力された符号列を復号して、周波数領域のサンプル列を得る[復号手続]。そして、音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列の大小関係に従って、復号手続で得られたサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えて当該音響信号に由来するサンプル列を得る[回復処理]。復号手続で得られたサンプル列は、(1)音響信号に由来するサンプル列を構成する全てのサンプルを含み、かつ、(2)音響信号に由来するサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルが、パワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べられたものである。

20

【0016】

あるいは、本発明の復号技術によると、所定の時間区間ごとに、入力された符号列を復号して、周波数領域のサンプル列を得る[復号手続]。そして、(A)音響信号の周期性を表わす情報、音響信号の基本周波数を表す情報、音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルと音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルとの間隔を表す情報、のいずれかと、(B)音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列の大小関係とに従って、復号手続で得られたサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えて当該音響信号に由来するサンプル列を得る[回復処理]。復号手続で得られたサンプル列は、(1)音響信号に由来するサンプル列を構成する全てのサンプルを含み、かつ、(2)音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルおよび、音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプル、の全部または一部のサンプルが集まるように、周波数領域のサンプルが並べられたもの（以下、暫定サンプル列という）に対して、(3)暫定サンプル列を構成する全てのサンプルを含み、かつ、(4)暫定サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルが、パワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べられたものである。

30

40

【0017】

あるいは、本発明の復号技術によると、所定の時間区間ごとに、入力された符号列を復号して、周波数領域のサンプル列を得る[復号手続]。そして、復号手続で得られたサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えて当該音響信号に由来するサンプル列を得る[回復処理]。復号手続で得られたサンプル列は、(1)音響信号に由来するサンプル列を構成する全てのサンプルを含み、かつ、(2)音響信号の周期性または基本周波

50

数に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルおよび、音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプル、の全部または一部のサンプルが集まるように、周波数領域のサンプルが並べられたもの（以下、第1サンプル列という）、または、（3）音響信号に由来するサンプル列を構成する全てのサンプルを含み、かつ、（4）音響信号に由来するサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルが、パワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べられたもの（以下、第2サンプル列という）、であり、回復処理は、（A）復号手続で得られたサンプル列が第1サンプル列である場合には、音響信号の周期性を表わす情報、音響信号の基本周波数を表す情報、音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルと音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルとの間隔を表す情報、のいずれかに従って、第1サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えて音響信号に由来するサンプル列を得て、（B）復号手続で得られたサンプル列が第2サンプル列である場合には、音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列の大小関係に従って、第2サンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えて音響信号に由来するサンプル列を得る。

10

【0018】

これらの復号技術では、入力された量子化済PARCOR係数から計算される予測利得またはその推定値が予め定められた閾値以上である場合に、回復処理が実行されるように構成してもよいし、あるいは、復号手続で得られたサンプル列に含まれるサンプルの絶対値和またはパワーが予め定められた閾値以上である場合に、回復処理が実行されるように構成してもよい。

20

【0019】

上述の復号技術では、入力された符号列の少なくとも一部はライス符号化によって得られたものであり、復号手続では、入力された量子化済PARCOR係数から計算される予測利得またはその推定値と予め定められた閾値との大小関係に応じて定まる範囲の符号列に対してライス符号化に対応する復号が行われるように構成してもよい。

【発明の効果】

【0020】

本発明によると、例えば、音響信号に由来する周波数領域のサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを、音響信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列のうちの当該サンプルに対応する値の絶対値が大きい順または小さい順に並べ替える。このように大きい振幅を持つサンプルが例えば低域側に偏るように並べ替えるという少ない演算量で実行可能な処理を行うことにより、符号化効率の向上や量子化歪の軽減などが実現される。

30

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】符号化装置の実施形態の機能構成例を示す図。

【図2】符号化方法の実施形態の処理手順を示す図。

【図3】重み付け包絡正規化処理において用いられる、パワースペクトル包絡係数列を鈍らせた重み付けパワースペクトル包絡係数列を説明するための概念図。

40

【図4】パワースペクトル包絡係数列に含まれる係数と周波数領域のサンプル列に含まれるサンプルとの間に1対1の関係があることを説明するための図。

【図5】パワースペクトル包絡係数列に含まれる係数の大小関係に拠る並べ替えが、周波数領域のサンプル列に含まれるサンプルの並べ替えに反映されることを説明するための図。（a）並べ替え前のパワースペクトル包絡係数列。（b）並べ替え後のパワースペクトル包絡係数列。（c）並べ替え前の周波数領域のサンプル列。（d）並べ替え後の周波数領域のサンプル列。

【図6】周期性並べ替え処理に拠る、サンプル列に含まれるサンプルの並べ替えの一例を説明するための概念図。

【図7】周期性並べ替え処理に拠る、サンプル列に含まれるサンプルの並べ替えの一例を

50

説明するための概念図。

【図 8】並べ替え後のパワースペクトル包絡係数列の勾配と同一のライスパラメータが適用される区間との関係を示す図（勾配が大である場合）。

【図 9】並べ替え後のパワースペクトル包絡係数列の勾配と同一のライスパラメータが適用される区間との関係を示す図（勾配が小である場合）。

【図 10】復号装置の実施形態の機能構成例を示す図。

【図 11】復号方法の実施形態の処理手順を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0022】

図面を参照しながら本発明の実施形態を説明する。なお、重複する構成要素には同じ参照符号を当てて重複説明を省略する。

10

【0023】

所定の時間区間の音響信号に由来する周波数領域のサンプル列を量子化する枠組みの中で、音声や楽音などの音響信号では一般的に、量子化対象の周波数領域のサンプル列の振幅傾向を音響信号のパワースペクトル包絡と類似させることにより聴覚的歪みを小さくできることが知られている。本発明は、例えばこのような「パワースペクトル包絡に振幅傾向を類似させる処理」を施された周波数領域のサンプル列に含まれるサンプルを効率良く符号化できるように並べ替える処理を特徴の一つとする。サンプルの並べ替えでは、周波数領域のサンプル列の振幅傾向と音響信号のパワースペクトル包絡との類似性に基づいて、大きな振幅のサンプルができるだけ連続して並ぶように、周波数領域のサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルが並べ替えられる。以下、所定の時間区間をフレームと呼称する。ここで、音響信号に由来する周波数領域のサンプル列として、例えば、フレーム単位の音声音響デジタル信号が時間領域から周波数領域に変換して得られるDFT係数列やMDCT係数列などを例示することができる。以下、MDCT係数列を例にとって本発明の実施形態を説明する。

20

【0024】

[実施形態]

「符号化処理」

最初に図 1 ~ 図 9 を参照して符号化処理を説明する。

【0025】

30

「周波数領域変換部 1」

まず、周波数領域変換部 1 がフレーム単位で音声音響デジタル信号を周波数領域の N 点の MDCT 係数列に変換する（ステップ S 1）。

【0026】

一般論として、符号化側では MDCT 係数列を量子化して、量子化された MDCT 係数列を符号化して、得られた符号列を復号側へ伝送し、復号側では当該符号列から量子化された MDCT 係数列を再構成し、さらに逆 MDCT 変換によって時間領域の音声音響デジタル信号を再構成することができる。ところで、MDCT 係数の振幅は近似的に通常の DFT のパワースペクトルと同じ振幅包絡（パワースペクトル包絡）を持つ。このため、振幅包絡の対数値に比例する情報割り当てを行うことによって、全帯域の MDCT 係数の量子化歪（量子化誤差）を均一に分散させることができ、全体の量子化歪を小さくすることができ、加えて情報圧縮も実現される。なお、パワースペクトル包絡は線形予測分析によって求められた線形予測係数を使って効率よく推定することができる。このような量子化誤差を制御する方法としては、各 MDCT 係数の量子化ビットを適応的に割り当てる（振幅を平坦にした後で量子化のステップ幅を調整する）方法や、重み付けベクトル量子化により適応的に重みをつけて符号を決定する方法がある。ここでは、本発明の実施形態において実行される量子化方法の一例を説明するが、説明する量子化方法に限定されるものではないことに留意されたい。

40

【0027】

「重み付け包絡正規化部 2」

重み付け包絡正規化部 2 が、フレーム単位の音声音響デジタル信号に対する線形予測

50

分析によって求められた線形予測係数を用いて推定された音声音響デジタル信号のパワースペクトル包絡係数列によって、入力されたMDCT係数列の各係数を正規化し、重み付け正規化MDCT係数列を出力する（ステップS2）。ここでは聴覚的に歪が小さくなるような量子化の実現のために、重み付け包絡正規化部2は、パワースペクトル包絡係数列を鈍らせた重み付けパワースペクトル包絡係数列（図3参照）を用いて、フレーム単位でMDCT係数列の各係数を正規化する。この結果、重み付け正規化MDCT係数列は、入力されたMDCT係数列ほどの大きな振幅の傾きや振幅の凹凸を持たないものの、音声音響デジタル信号のパワースペクトル包絡係数列と類似の大小関係を保つこととなる。なお、正確を期せば、ここでの「大小関係」は、「係数列に含まれる各係数の間の大小関係」を意味する。また、この正規化の具体的な処理内容に応じて、重み付け正規化MDCT係数列に含まれる各係数の間の大小関係は、音声音響デジタル信号のパワースペクトル包絡係数列に含まれる各係数の間の大小関係と同じになる場合がある。従って、上記「類似の大小関係」は「同じ大小関係」を含む意味であることに留意されたい。

10

【0028】

[重み付け包絡正規化処理の具体例]

N点のMDCT係数列の各係数 $X(1), \dots, X(N)$ に対応するパワースペクトル包絡係数列の各係数 $W(1), \dots, W(N)$ は、線形予測係数を周波数領域に変換して得ることができる。例えば、全極型モデルであるp次自己回帰過程により、時刻tの時間信号 $x(t)$ は、p時点まで遡った過去の自分自身の値 $x(t-1), \dots, x(t-p)$ と予測残差 $e(t)$ と線形予測係数 $\alpha_1, \dots, \alpha_p$ によって式(1)で表される。このとき、パワースペクトル包絡係数列の各係数 $W(n) [1 \leq n \leq N]$ は式(2)で表される。 $\exp(\cdot)$ はネイピア数を底とする指数関数、 $j$ は虚数単位、 $\sigma^2$ は予測残差エネルギーである。

20

【数1】

$$x(t) + \alpha_1 x(t-1) + \dots + \alpha_p x(t-p) = e(t) \tag{1}$$

$$W(n) = \frac{\sigma^2}{2\pi} \frac{1}{|1 + \alpha_1 \exp(-jn) + \alpha_2 \exp(-2jn) + \dots + \alpha_p \exp(-pjn)|^2} \tag{2}$$

【0029】

線形予測係数は、周波数領域変換部1に入力された音声音響デジタル信号を重み付け包絡正規化部2によって線形予測分析して得られたものでもよいし、符号化装置100内に在る図示しない他の手段によって音声音響デジタル信号を線形予測分析して得られたものであってもよい。このような場合には、重み付け包絡正規化部2が線形予測係数を用いてパワースペクトル包絡係数列の各係数 $W(1), \dots, W(N)$ を求める。また、符号化装置100内に在る他の手段（パワースペクトル包絡係数列計算部7）によってパワースペクトル包絡係数列の各係数 $W(1), \dots, W(N)$ が既に得られている場合には、重み付け包絡正規化部2は、このパワースペクトル包絡係数列の各係数 $W(1), \dots, W(N)$ を用いることができる。なお、後述する復号装置200でも符号化装置100で得られた値と同じ値を得る必要があるため、量子化された線形予測係数および/またはパワースペクトル包絡係数列が利用される。以後の説明において、特に断りが無い限り、「線形予測係数」ないし「パワースペクトル包絡係数列」は量子化された線形予測係数ないしパワースペクトル包絡係数列を意味する。パワースペクトル包絡係数列は、後述するステップS5の処理でも用いられるため、再計算のコストを省く観点から、符号化装置100内に在る図示しない記憶部に記憶しておけばよい。また、線形予測係数ないしパワースペクトル包絡係数列は例えば従来の符号化技術によって符号化されて復号側へ伝送される。

30

40

【0030】

ここでは、重み付け包絡正規化処理の具体例として二つの例を示すが、本発明ではこれらの例に限定されるものではない。

<例1>

重み付け包絡正規化部2は、MDCT係数列の各係数 $X(1), \dots, X(N)$ を当該各係数に対

50

応するパワースペクトル包絡係数列の各係数の補正值  $W(1), \dots, W(N)$  で除算することによって、重み付け正規化MDCT係数列の各係数  $X(1)/W(1), \dots, X(N)/W(N)$  を得る処理を行う。補正值  $W(n) [1 \leq n \leq N]$  は式(3)で与えられる。但し、 $\gamma$  は1未満の正の定数であり、パワースペクトル係数を鈍らせる定数である。

【数2】

$$W_\gamma(n) = \frac{\sigma^2}{2\pi \left( 1 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \gamma^i \exp(-ijn) \right)^2} \quad (3)$$

10

【0031】

<例2>

重み付け包絡正規化部2は、MDCT係数列の各係数  $X(1), \dots, X(N)$  を当該各係数に対応するパワースペクトル包絡係数列の各係数の乗 ( $0 < \gamma < 1$ ) の値  $W(1), \dots, W(N)$  で除算することによって、重み付け正規化MDCT係数列の各係数  $X(1)/W(1), \dots, X(N)/W(N)$  を得る処理を行う。

【0032】

これらの例から明らかなように、要するに、重み付け包絡正規化部2が行う「重み付け包絡正規化」によって、

(1) 入力されたMDCT係数列に含まれる係数のうち絶対値が最大のものの絶対値  $|X(a)|$  と絶対値が最小のものの絶対値  $|X(b)|$  との差分  $|X(a)| - |X(b)|$  よりも、重み付け包絡正規化によって得られる重み付け正規化MDCT係数列に含まれる係数のうち絶対値が最大のものの絶対値  $|X(a)/Q(a)|$  と絶対値が最小のものの絶対値  $|X(b)/Q(b)|$  との差分  $|X(a)/Q(a)| - |X(b)/Q(b)|$  が小さくなり(ただし、 $Q(a), Q(b)$  は鈍らされたパワースペクトル包絡係数であり、上述の例であれば、 $Q(a)=W(a), Q(b)=W(b)$  あるいは  $Q(a)=W(a), Q(b)=W(b)$  である)、

20

かつ、

(2) 入力されたMDCT係数列に含まれる各係数の間の大小関係と、重み付け包絡正規化によって得られる重み付け正規化MDCT係数列に含まれる各係数の間の大小関係との類似性が保たれる。

30

【0033】

なお、<例1>の場合、入力されたMDCT係数列に含まれる各係数の間の大小関係と、重み付け包絡正規化によって得られる重み付け正規化MDCT係数列に含まれる各係数の間の大小関係との類似性が保たれ、<例2>の場合、入力されたMDCT係数列に含まれる各係数の間の大小関係は、重み付け包絡正規化によって得られる重み付け正規化MDCT係数列に含まれる各係数の間の大小関係と同じになる。

【0034】

この結果、フレーム単位の重み付け正規化MDCT係数列が得られるが、重み付け正規化MDCT係数列は入力されたMDCT係数列ほどの大きな振幅の傾きや振幅の凹凸を持たないものの、入力されたMDCT係数列のパワースペクトル包絡と類似の大小関係を有するものとなる。

40

【0035】

なお、重み付け包絡正規化処理に対応する逆処理、つまり、重み付け正規化MDCT係数列からMDCT係数列を復元する処理が復号側にて行われるため、パワースペクトル包絡係数列から重み付けパワースペクトル包絡係数列を算出する方法を符号化側と復号側で共通の設定にしておくことが必要である。

【0036】

「正規化利得計算部3」

次に、正規化利得計算部3が、フレームごとに、重み付け正規化MDCT係数列の各係数を与えられた総ビット数で量子化できるように、全周波数に亘る振幅値の和またはエネルギー値を用いて量子化ステップ幅を決定し、この量子化ステップ幅になるように重み付け正

50

規化MDCT係数列の各係数を割り算する係数（以下、「利得」という。）を求める（ステップS3）。この利得を表す情報は、利得情報として復号側へ伝送される。正規化利得計算部3は、フレームごとに、重み付け正規化MDCT係数列の各係数をこの利得で正規化（除算）する。

【0037】

「量子化部4」

次に、量子化部4が、フレームごとに、利得で正規化された重み付け正規化MDCT係数列の各係数をステップS3の処理で決定された量子化ステップ幅で量子化する（ステップS4）。

【0038】

「並べ替え部5」

ステップS4の処理で得られたフレーム単位の量子化MDCT係数列は、本実施形態の要部である並べ替え部5の入力となるが、並べ替え部5の入力は、ステップS1～ステップS4の各処理で得られた係数列に限定されない。例えば、重み付け包絡正規化部2による正規化が適用されていない係数列や量子化部4による量子化が適用されていない係数列であってもよい。このことを明示的に理解するため、以下、並べ替え部5の入力を音響信号に由来する「周波数領域のサンプル列」あるいは単に「サンプル列」と呼称することにする。この実施形態では、ステップS4の処理で得られた量子化MDCT係数列が「周波数領域のサンプル列」に相当し、この場合、周波数領域のサンプル列を構成するサンプルは量子化MDCT係数列に含まれる係数に相当する。

【0039】

並べ替え部5は、フレームごとに、（1）周波数領域のサンプル列の全てのサンプルを含み、かつ、（2）この周波数領域のサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルについて、音声音響デジタル信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列に含まれる係数であって各サンプルに対応する係数の大きい順または小さい順に当該各サンプルを並べ替えたものを並べ替え後のサンプル列として出力する（ステップS5）。並べ替え部5は、ステップS5の処理で用いられるパワースペクトル包絡係数列として、例えば符号化装置100内に在る図示しない記憶部に記憶されているパワースペクトル包絡係数列を用いることができる。

【0040】

[並べ替え処理の詳細]

この並べ替え処理の具体例を説明する。N点のサンプル列 $F(1), \dots, F(N)$ に、音声音響デジタル信号のパワースペクトル包絡係数列 $W(1), \dots, W(N)$ が低域側から1対1で対応しているとする（図4参照）。つまり、 $n$ が1からNまでの各整数を表すとして、 $F(n)$ に $W(n)$ が対応しているとする。説明を具体的にするため、例として、 $N=16$ の場合を考える。パワースペクトル包絡係数列に含まれる16個の係数 $W(1), \dots, W(16)$ の間に次のような大小関係があるとする。

---

$W(1) > W(5) > W(3) > W(2) > W(6) > W(4) > W(8) > W(9) > W(7) > W(10) > W(11) > W(12) > W(13) > W(15) > W(14) > W(16)$

---

【0041】

< サンプル列に含まれる全てのサンプルを並べ替えの対象とする場合 >

この場合、周波数領域のサンプル列に含まれる全部のサンプルをパワースペクトル包絡係数列に基づく並べ替えの対象とするならば、並べ替え部5は、パワースペクトル包絡係数列に含まれる16個の係数 $W(1), \dots, W(16)$ の大きい順の並びに一致するように、低域側から各係数 $W(n)$  [1 n 16] に対応するサンプル $F(n)$  [1 n 16] を並べる。この場合、入力されたサンプル列 $F(1), F(2), F(3), F(4), F(5), F(6), F(7), F(8), F(9), F(10), F(11), F(12), F(13), F(14), F(15), F(16)$ の並びは、次のような並びに変更される。並べ替え部5は、この並びのサンプル列を「並べ替え後のサンプル列」として出力

10

20

30

40

50

する。

---

F(1), F(5), F(3), F(2), F(6), F(4), F(8), F(9), F(7), F(10), F(11), F(12), F(13), F(15), F(14), F(16)

---

【 0 0 4 2 】

この場合の処理の理解の一助として図5を示す。図5では、上述の例における設定(N=16、W(n)の大小関係)と異なる例を示しているが、パワースペクトル包絡係数列に含まれる係数の大小関係に拠る並べ替えが、周波数領域のサンプル列に含まれるサンプルの並べ替えに反映されることが理解できよう。なお、図4および図5では、周波数領域のサンプル列に含まれる全てのサンプルが0以上の値であるかの如く図示してあるが、これは、サンプルの並べ替えによって低域側に、より大きな振幅を持つサンプルが偏ることを分かりやすく図示するための便宜に過ぎない。周波数領域のサンプル列に含まれる各サンプルは正または負またはゼロの値をとる場合があり、このような場合であっても、上述の並べ替え処理あるいは後述の並べ替え処理を実行すればよい。

10

【 0 0 4 3 】

< サンプル列に含まれるサンプルのうち一部を並べ替えの対象とする場合 >

パワースペクトル包絡係数列に含まれる16個の係数W(1), ..., W(16)の間に上記のような大小関係があるとして、周波数領域のサンプル列に含まれる一部のサンプル(サンプル数をkとする。k<Nを満たす)をパワースペクトル包絡係数列に基づく並べ替えの対象とするならば、並べ替え部5は、パワースペクトル包絡係数列に含まれる16個の係数W(1), ..., W(16)の中から大きい順で選択されたk個の係数の大きい順の並びに一致するように、これらk個の係数W(n) [ n R ] に対応するサンプルW(n) [ n R ] を低域側から並べる。Rは、選択されたk個の係数のインデックスの集合である。説明を具体的にするため、例として、k=4の場合を考える。このとき、「パワースペクトル包絡係数列に含まれる16個の係数W(1), ..., W(16)の中から大きい順で選択された4個の係数の大きい順の並び」は次のとおりである。

20

---

W(1) > W(5) > W(3) > W(2)

---

30

従って、並べ替え部5は、W(1), W(2), W(3), W(5)に対応する4個のサンプルF(1), F(2), F(3), F(5)を「パワースペクトル包絡係数列に含まれる16個の係数W(1), ..., W(16)の中から大きい順で選択された4個の係数の大きい順の並び」に一致するように並べ替えるので、サンプルF(1), F(2), F(3), F(5)は次のような並びに変更される。

---

F(1), F(5), F(3), F(2)

---

この場合、パワースペクトル包絡係数列に基づく並べ替えの対象に含まれなかったサンプルF(4), F(6), F(7), F(8), F(9), F(10), F(11), F(12), F(13), F(14), F(15), F(16)は元の並びを維持して4個のサンプルの並びF(1), F(5), F(3), F(2)の後に(つまり、高域側に)連結されるため、結果として、入力されたサンプル列F(1), F(2), F(3), F(4), F(5), F(6), F(7), F(8), F(9), F(10), F(11), F(12), F(13), F(14), F(15), F(16)の並びは、次のような並びに変更される。並べ替え部5は、この並びのサンプル列を「並べ替え後のサンプル列」として出力する。

40

---

F(1), F(5), F(3), F(2), F(4), F(6), F(7), F(8), F(9), F(10), F(11), F(12), F(13), F(14), F(15), F(16)

---

【 0 0 4 4 】

上述の具体例では、「パワースペクトル包絡係数列W(1), ..., W(N)の大きい順」を

50

規準としてサンプルを低域側から並べていく並べ替え処理を説明したが、同規準の下、サンプルを高域側から並べていく並べ替え処理を採用してもよい。この場合、サンプル列に含まれるサンプルの並びは、上述の例の逆順となることは容易に理解されるであろう。念のため、この場合の並べ替え後のサンプル列を示す。

サンプル列に含まれるサンプルの全部がパワースペクトル包絡係数列に基づく並べ替えの対象である場合：

---

F(16), F(14), F(15), F(13), F(12), F(11), F(10), F(7), F(9), F(8), F(4), F(6), F(2), F(3), F(5), F(1)

---

10

サンプル列に含まれるサンプルの一部がパワースペクトル包絡係数列に基づく並べ替えの対象である場合：

---

F(16), F(15), F(14), F(13), F(12), F(11), F(10), F(9), F(8), F(7), F(6), F(4), F(2), F(3), F(5), F(1)

---

【 0 0 4 5 】

上述の具体例では、「パワースペクトル包絡係数列W(1), ..., W(N)の大きい順」を規準としてサンプル列に含まれるサンプルを並べ替える処理を説明したが、「パワースペクトル包絡係数列W(1), ..., W(N)の小さい順」を規準としてサンプル列に含まれるサンプルを並べ替える処理を採用してもよい。以下、この処理を採用した場合の具体例を説明する。

20

まず、サンプル列に含まれるサンプルの全部がパワースペクトル包絡係数列に基づく並べ替えの対象である場合は、「パワースペクトル包絡係数列W(1), ..., W(N)の大きい順」を規準としてサンプル列に含まれるサンプルを並べ替える既述の処理と結果的に同じ結果が得られる。この場合、サンプルを低域側から並べるようにしてもよいし、高域側から並べるようにしてもよい。

次に、サンプル列に含まれるサンプルの一部がパワースペクトル包絡係数列に基づく並べ替えの対象である場合について具体例を用いて説明する。パワースペクトル包絡係数列に含まれる16個の係数W(1), ..., W(16)の間に上記のような大小関係があるとして、周波数領域のサンプル列に含まれる一部のサンプル(サンプル数をkとする。k < Nを満たす)をパワースペクトル包絡係数列に基づく並べ替えの対象とするならば、並べ替え部5は、パワースペクトル包絡係数列に含まれる16個の係数W(1), ..., W(16)の中から小さい順で選択されたk個の係数の小さい順の並びに一致するように、これらk個の係数W(n) [n ∈ R]に対応するサンプルF(n) [n ∈ R]を低域側から並べる。Rは、選択されたk個の係数のインデックスの集合である。説明を具体的にするため、例として、k=8の場合を考える。このとき、「パワースペクトル包絡係数列に含まれる16個の係数W(1), ..., W(N)の中から小さい順で選択された8個の係数の小さい順の並び」は次のとおりである。

30

---

W(16) < W(14) < W(15) < W(13) < W(12) < W(11) < W(10) < W(7)

40

---

従って、並べ替え部5は、W(7), W(10), W(11), W(12), W(13), W(14), W(15), W(16)に対応する8個のサンプルF(7), F(10), F(11), F(12), F(13), F(14), F(15), F(16)を「パワースペクトル包絡係数列に含まれる16個の係数W(1), ..., W(16)の中から小さい順で選択された8個の係数の小さい順の並び」に一致するように並べ替えるので、サンプルF(7), F(10), F(11), F(12), F(13), F(14), F(15), F(16)は次のような並びに変更される。

---

F(16), F(14), F(15), F(13), F(12), F(11), F(10), F(7)

50

---

この場合、パワースペクトル包絡係数列に基づく並べ替え対象に含まれなかったサンプル F(1), F(2), F(3), F(4), F(5), F(6), F(8), F(9)は元の並びを維持して8個のサンプルの並びF(16), F(14), F(15), F(13), F(12), F(11), F(10), F(7)の後に(つまり、高域側に)連結されるため、結果として、入力されたサンプル列F(1), F(2), F(3), F(4), F(5), F(6), F(7), F(8), F(9), F(10), F(11), F(12), F(13), F(14), F(15), F(16)の並びは、次のような並びに変更される。

---

F(16), F(14), F(15), F(13), F(12), F(11), F(10), F(7), F(1), F(2), F(3), F(4), F(5), F(6), F(8), F(9)

---

10

サンプルを高域側から並べる並べ替え処理の場合は、逆の並びになるので、入力されたサンプル列F(1), F(2), F(3), F(4), F(5), F(6), F(7), F(8), F(9), F(10), F(11), F(12), F(13), F(14), F(15), F(16)の並びは、次のような並びに変更される。

---

F(9), F(8), F(6), F(5), F(4), F(3), F(2), F(1), F(7) F(10), F(11), F(12), F(13), F(15), F(14), F(16)

---

【 0 0 4 6 】

上述の具体例では、本発明の容易な理解のため、パワースペクトル包絡係数列に含まれる係数W(1), . . . , W(N)の間の大小関係が明確である場合(つまり、任意の二つの係数が等しくない場合)を例示した。実際には、インデックスが異なる係数W(i)とW(j) [ i j ] についてW(i)=W(j)が成立する場合がある。このような場合、「パワースペクトル包絡係数列W(1), . . . , W(N)の大きい順(あるいは小さい順)」という規準において、インデックスiとjの大小関係を維持するように係数を並べればよい。このようにすると、同じ大きさを持つ係数に対応するサンプルの間では並べ替えは発生しないから、並べ替えに必要な計算資源を節約できる。

20

【 0 0 4 7 】

実際の処理を限定する意図ではなく本発明の要点を端的に表現するならば、並べ替え部5は、パワースペクトル包絡係数列に含まれる係数の大小関係に基づく並べ替えに連動して、パワースペクトル包絡係数列に含まれる係数に1対1で対応付けられたサンプル列に含まれるサンプルのうち並べ替え対象のサンプルを並べ替える、のである。もちろん、実際の処理としては、適切なアルゴリズムに従い、パワースペクトル包絡係数列に含まれる係数の大小関係に基づく並べ替えに連動して並べ替え対象のサンプルを並べ替えてもよいし、あるいは、まず、パワースペクトル包絡係数列に含まれる係数の大小関係に基づく並べ替えを記録し、次に、当該並べ替え処理の記録に基づいて並べ替え対象のサンプルを並べ替えてもよい。本発明の実施形態の処理によると、周波数領域のサンプル列の振幅傾向が音響信号のパワースペクトル包絡と類似しているため、並べ替え部5が周波数領域のサンプル列の実際の値を知らなくても、パワースペクトル包絡係数列に含まれる係数の大小関係に基づく並べ替えに連動して並べ替え対象のサンプルを並べ替えることにより、並べ替え後のサンプル列では、大きな振幅のサンプルが低域側(あるいは高域側)に偏る可能性がとて高くなる。

30

40

【 0 0 4 8 】

フレームごとに、パワースペクトル包絡係数列に基づく並べ替え対象としてサンプル列に含まれるサンプルの全部または一部を選択可能な実施形態を採用することもでき、この場合、フレームごとに、パワースペクトル包絡係数列に基づく並べ替え対象がサンプル列に含まれるサンプルの全部であること或いは一部であることを指定する情報(以下、「対象情報」という)を復号側へ伝送すればよい。なお、上述の具体例では、周波数領域のサンプル列に含まれる一部のサンプルをパワースペクトル包絡係数列に基づく並べ替えの対象とする場合、対象となる一部のサンプルをサンプル数k (k<N)で特定した。しかし、対象となる一部のサンプルをサンプル数kで特定することに限定されず、例えば対象となる

50

一部のサンプルをフレームに含まれるサンプル総数 $N$ に対する割合で特定してもよい。対象情報には、パワースペクトル包絡係数列に基づく並べ替え対象がサンプル列に含まれるサンプルの一部であることを指定する情報に加えて、サンプル数 $k$ や前記割合などの情報も付加される。

【0049】

また、フレームごとに、「パワースペクトル包絡係数列 $W(1), \dots, W(N)$ の大きい順」を規準としてサンプル列に含まれるサンプルを並べ替える処理と「パワースペクトル包絡係数列 $W(1), \dots, W(N)$ の小さい順」を規準としてサンプル列に含まれるサンプルを並べ替える処理を選択可能な実施形態を採用することもできる。この場合、フレームごとに、いずれの規準に準拠したかを指定する情報を復号側へ伝送すればよい。ただし、一般的には、フレームごとに当該両処理を選択可能とすることにメリットは少なく、事前に、符号化側と復号側でどちらの規準に従うかを取り決めておけば足りる。

10

【0050】

同様に、フレームごとに、サンプル列に含まれるサンプルを低域側から並べていく処理と、サンプル列に含まれるサンプルを高域側から並べていく処理のいずれかを選択可能な実施形態を採用することもできる。この場合、フレームごとに、低域側からサンプルを並べたこと或いは高域側からサンプルを並べたことを指定する情報を復号側へ伝送すればよい。ただし、一般的には、フレームごとに当該両処理を選択可能とすることにメリットは少なく、事前に、符号化側と復号側でサンプル列に含まれるサンプルをどちらの帯域側から並べるかを取り決めておけば足りる。

20

【0051】

並べ替え処理の変形例1

並べ替え処理の変形例1を説明するに先立ち、上述の並べ替え処理（以下、「スペクトル包絡並べ替え処理」という）と異なるコンセプトに基づく並べ替え処理（以下、「周期性並べ替え処理」という）を説明する。

【0052】

[周期性並べ替え処理]

周期性並べ替え処理では、フレームごとに、(1)周波数領域のサンプル列の全てのサンプルを含み、かつ、(2)サンプルの大きさを反映する指標が同等か同程度のサンプルが集まるように周波数領域のサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えたもの、が並べ替え後のサンプル列として出力される。ここで「サンプルの大きさを反映する指標」とは、例えばサンプルの振幅の絶対値やパワー（自乗値）であるが、これらに限定されない。なお、周期性並べ替え処理の実行主体は並べ替え部5であってもよいし、符号化装置100内に在る他の手段であってもよいが、説明の便宜から、並べ替え部5が周期性並べ替え処理を実行するとして説明する。

30

【0053】

[周期性並べ替え処理の詳細]

この周期性並べ替え処理の具体例を説明する。例えば、並べ替え部5は、(1)サンプル列の全てのサンプルを含み、かつ、(2)サンプル列のうちの音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルおよび、サンプル列のうちの音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプル、の全部または一部のサンプルが集まるようにサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えたもの、を並べ替え後のサンプル列として出力する。つまり、音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルおよび、当該音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルが例えば低域側に集まるように、入力されたサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルが並べ替えられる。

40

【0054】

この理由は、基本周波数や高調波（基本周波数の整数倍波）に対応するサンプルとそれらの近傍のサンプルの振幅の絶対値やパワーは、基本周波数と高調波を除く周波数領域に

50

対応するサンプルの振幅の絶対値やパワーよりも大きいという音響信号、特に音声や楽音などに顕著な特徴に基づく。ここで、音声や楽音などの音響信号から抽出される音響信号の周期性の特徴量（例えばピッチ周期）は、基本周波数と等価なものであるから、音響信号の周期性の特徴量（例えばピッチ周期）やその整数倍に対応するサンプルとそれらの近傍のサンプルの振幅の絶対値やパワーは、周期性特徴量やその整数倍を除く周波数領域に対応するサンプルの振幅の絶対値やパワーよりも大きいという特徴も認められる。

【 0 0 5 5 】

そして、音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルおよび、当該音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルは、例えば低周波側に一まとまりになるように集められる。以下、音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルと当該音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルとの間隔（以下、単に「間隔」という）を表す記号を  $T$  とする。

10

【 0 0 5 6 】

具体例として、並べ替え部 5 は、入力されたサンプル列から、間隔  $T$  の整数倍に対応するサンプル  $F(qT)$  の前後のサンプル  $F(qT-1)$  ,  $F(qT+1)$  を含めた 3 個のサンプル  $F(qT-1)$  ,  $F(qT)$  ,  $F(qT+1)$  を選択する。  $F(j)$  は、周波数に対応するサンプルインデックスを表す番号  $j$  に対応するサンプルである。  $q$  は、 1 から  $qT+1$  が予め設定した対象サンプルの上限  $M$  を超えない範囲の各整数とする。  $q=1$  は基本周波数に対応し、  $q>1$  は高調波に対応する。周波数に対応するサンプルインデックスを表す番号  $j$  の最大値を  $N$  とする。  $q$  に応じて選択されたサンプルの集まりをサンプル群と呼称する。上限  $M$  は、  $N$  と一致させてもよいが、音声や楽音などの音響信号では高域におけるサンプルの指標は一般的に十分に小さいことが多いので、  $M$  は  $N$  よりも小さい値であってもよい。例えば、  $M$  は  $N$  の半分程度の値であってもよい。上限  $M$  に基づいて定まる  $q$  の最大値を  $q_{max}$  とすると、入力されたサンプル列に含まれるサンプルのうち、最低の周波数から第 1 の所定の周波数  $q_{max} \cdot T + 1$  までの各周波数に対応するサンプルが並べ替えの対象となる。なお、記号  $*$  は乗算を表す。

20

【 0 0 5 7 】

並べ替え部 5 は、選択されたサンプル  $F(j)$  を、元の番号  $j$  の大小関係を保ったままサンプル列の先頭から順に配置してサンプル列  $A$  を生成する。例えば、  $q$  が 1 から 5 までの各整数を表す場合、並べ替え部 5 は、第 1 のサンプル群  $F(T-1)$  ,  $F(T)$  ,  $F(T+1)$  、第 2 のサンプル群  $F(2T-1)$  ,  $F(2T)$  ,  $F(2T+1)$  、第 3 のサンプル群  $F(3T-1)$  ,  $F(3T)$  ,  $F(3T+1)$  、第 4 のサンプル群  $F(4T-1)$  ,  $F(4T)$  ,  $F(4T+1)$  、第 5 のサンプル群  $F(5T-1)$  ,  $F(5T)$  ,  $F(5T+1)$  をサンプル列の先頭から並べる。つまり、 1 5 個のサンプル  $F(T-1)$  ,  $F(T)$  ,  $F(T+1)$  ,  $F(2T-1)$  ,  $F(2T)$  ,  $F(2T+1)$  ,  $F(3T-1)$  ,  $F(3T)$  ,  $F(3T+1)$  ,  $F(4T-1)$  ,  $F(4T)$  ,  $F(4T+1)$  ,  $F(5T-1)$  ,  $F(5T)$  ,  $F(5T+1)$  がこの順番でサンプル列の先頭から並べられ、これら 1 5 個のサンプルがサンプル列  $A$  を構成する。

30

【 0 0 5 8 】

さらに、並べ替え部 5 は、選択されなかったサンプル  $F(j)$  を、元の番号の大小関係を保ったままサンプル列  $A$  の最後から順に配置する。選択されなかったサンプル  $F(j)$  は、サンプル列  $A$  を構成するサンプル群の間に位置するサンプルであり、このような連続した一まとまりのサンプルをサンプルセットと呼称する。つまり、上述の例であれば、第 1 のサンプルセット  $F(1)$  , ... ,  $F(T-2)$  、第 2 のサンプルセット  $F(T+2)$  , ... ,  $F(2T-2)$  、第 3 のサンプルセット  $F(2T+2)$  , ... ,  $F(3T-2)$  、第 4 のサンプルセット  $F(3T+2)$  , ... ,  $F(4T-2)$  、第 5 のサンプルセット  $F(4T+2)$  , ... ,  $F(5T-2)$  、第 6 のサンプルセット  $F(5T+2)$  , ...  $F(N)$  がサンプル列  $A$  の最後から順に並べられ、これらのサンプルがサンプル列  $B$  を構成する。

40

【 0 0 5 9 】

要するに、この例であれば、入力されたサンプル列  $F(j)$  (  $1 \leq j \leq N$  ) は、  $F(T-1)$  ,  $F(T)$  ,  $F(T+1)$  ,  $F(2T-1)$  ,  $F(2T)$  ,  $F(2T+1)$  ,  $F(3T-1)$  ,  $F(3T)$  ,  $F(3T+1)$  ,  $F(4T-1)$  ,  $F(4T)$  ,  $F(4T+1)$  ,  $F(5T-1)$  ,  $F(5T)$  ,  $F(5T+1)$  ,  $F(1)$  , ... ,  $F(T-2)$  ,  $F(T+2)$  , ... ,  $F(2T-2)$  ,  $F(2T+2)$  , ... ,  $F(3T-2)$  ,  $F(3T+2)$  , ... ,  $F(4T-2)$  ,  $F(4T+2)$  , ... ,  $F(5T-2)$  ,  $F(5T+2)$  , ... ,  $F(N)$  に並べ替

50

えられることになる（図6参照）。

【0060】

なお、低周波数帯域では、音響信号の周期性や基本周波数に対応するサンプルやその整数倍のサンプル以外のサンプルでも、各サンプルは振幅やパワーが大きな値を持つことが多い。そこで、最低の周波数から所定の周波数  $f$  までの各周波数に対応するサンプルの並べ替えを行わないようにしてもよい。例えば、所定の周波数  $f$  を  $qT+$  とすれば、並べ替え前のサンプル  $F(1), \dots, F(qT+)$  を並べ替えず、並べ替え前の  $F(qT+ +1)$  以降のサンプルを並べ替えの対象とする。  $+$  は0以上かつ  $T$  よりもある程度小さい整数（例えば  $T/2$  を超えない整数）に予め設定されている。ここで  $q$  は2以上の整数であってもよい。あるいは、並べ替え前の最低周波数に対応するサンプルから連続する  $P$  個のサンプル  $F(1), \dots, F(P)$  を並べ替えないようにして、並べ替え前の  $F(P+1)$  以降のサンプルを並べ替えの対象としてもよい。この場合、所定の周波数  $f$  は  $P$  である。並べ替えの対象となるサンプルの集まりに対する並べ替えの基準は上述のとおりである。なお、第1の所定の周波数が設定されている場合、所定の周波数  $f$ （第2の所定の周波数）は第1の所定の周波数よりも小さい。

10

【0061】

例えば、並べ替え前のサンプル  $F(1), \dots, F(T+1)$  を並べ替えず、並べ替え前の  $F(T+2)$  以降のサンプルを並べ替えの対象とする場合、上述の並べ替えの基準に従うと、入力されたサンプル列  $F(j)$  ( $1 \leq j \leq N$ ) は、 $F(1), \dots, F(T+1), F(2T-1), F(2T), F(2T+1), F(3T-1), F(3T), F(3T+1), F(4T-1), F(4T), F(4T+1), F(5T-1), F(5T), F(5T+1), F(T+2), \dots, F(2T-2), F(2T+2), \dots, F(3T-2), F(3T+2), \dots, F(4T-2), F(4T+2), \dots, F(5T-2), F(5T+2), \dots, F(N)$  に並べ替えられることになる（図7参照）。

20

【0062】

このように並べ替えられた後のサンプル列は、周波数を横軸とし、サンプルの指標を縦軸とした場合に、サンプルの指標の包絡線が周波数の増大に伴って下降傾向を示すことになる。この理由として、周波数領域のサンプル列は音響信号、特に音声信号や楽音信号の特徴として、一般的に高周波成分が少ないという事実が挙げられる。換言すれば、並べ替え部5は、サンプルの指標の包絡線が周波数の増大に伴って下降傾向を示すように入力されたサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えと言ってもよい。

30

【0063】

さらに、ここでは低域側に、周期性または基本周波数に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルおよび、周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルを集める並べ替えを行ったが、逆に高域側に、周期性または基本周波数に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルおよび、周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルを集める並べ替えを行ってもよい。この場合、サンプル列Aではサンプル群が逆順で並べられ、サンプル列Bではサンプルセットが逆順で並べられ、低域側にサンプル列Bが配置されサンプルBの後ろにサンプル列Aが配置される。つまり、上述の例であれば、低域側から、第6のサンプルセット  $F(5T+2), \dots, F(N)$ 、第5のサンプルセット  $F(4T+2), \dots, F(5T-2)$ 、第4のサンプルセット  $F(3T+2), \dots, F(4T-2)$ 、第3のサンプルセット  $F(2T+2), \dots, F(3T-2)$ 、第2のサンプルセット  $F(T+2), \dots, F(2T-2)$ 、第1のサンプルセット  $F(1), \dots, F(T-2)$ 、第5のサンプル群  $F(5T-1), F(5T), F(5T+1)$ 、第4のサンプル群  $F(4T-1), F(4T), F(4T+1)$ 、第3のサンプル群  $F(3T-1), F(3T), F(3T+1)$ 、第2のサンプル群  $F(2T-1), F(2T), F(2T+1)$ 、第1のサンプル群  $F(T-1), F(T), F(T+1)$  の順番でサンプルが並べられる。

40

このように並べ替えられた後のサンプル列は、周波数を横軸とし、サンプルの指標を縦軸とした場合に、サンプルの指標の包絡線が周波数の増大に伴って増大傾向を示すことになる。換言すれば、並べ替え部5は、サンプルの指標の包絡線が周波数の増大に伴って増大傾向を示すように入力されたサンプル列に含まれる少なくとも一部のサンプルを並べ替えと言ってもよい。

50

## 【 0 0 6 4 】

間隔  $T$  は整数ではなく小数（たとえば 5.0、5.25、5.5、5.75）であってもよい。この場合、例えば、 $R(qT)$  を  $qT$  を四捨五入した値として、 $F(R(qT-1))$ 、 $F(R(qT))$ 、 $F(R(qT+1))$  が選択されることになる。

## 【 0 0 6 5 】

[間隔  $T$  の決定方法]

間隔  $T$  は、入力されたサンプル列に応じて、つまりフレームごとに、値を設定することが好ましい。フレームごとに間隔  $T$  を決定する方法として、例えば、サンプルの指標（絶対値や二乗値）の周期性を探索し、平均絶対値や平均二乗値の偏りが大きくなるように間隔  $T$  を設定する方法を採用してもよい。

10

## 【 0 0 6 6 】

間隔  $T$  の決定方法として種々考えられるが、ここでは間隔  $T$  を決定する具体的手順の一例を説明する。 $T$  を周波数領域の周期（間隔）の候補パラメータとし、 $T$  に対応して選択されるサンプル群に含まれる全てのサンプルの指標を加算して  $E(T)$  を求める。ここではサンプルの指標を  $|F(j)|$  と表す。 $T$  に対応して選択されるサンプル群に含まれる全てのサンプルの番号  $j$  の集合を  $H$  とすると、 $E(T) = \sum_{j \in H} |F(j)|$  である。上述の具体例であれば、 $E(T) = \sum_{j \in H} |F(j)| = F(T-1) + F(T) + F(T+1) + F(2T-1) + F(2T) + F(2T+1) + F(3T-1) + F(3T) + F(3T+1) + F(4T-1) + F(4T) + F(4T+1) + F(5T-1) + F(5T) + F(5T+1)$  である。他方、全てのサンプルの指標の和を求める。つまり、 $D = \sum_{j=1}^N |F(j)|$  である。そして、間隔  $T$  の決定基準として、サンプルの平均絶対値振幅  $AVE\_E = E(T) / \text{card}(H)$  と、サンプル列全体の平均絶対値振幅  $AVE\_D = D/N$  を

20

## 【 0 0 6 7 】

このような方法に限定されず、例えば、周波数領域の周期（間隔） $T$  を、符号化装置 100 内の図示しない別の手段によって求めた基本周波数や時間領域のピッチ周期を変換して求めてもよい。また、上述のような周期性を利用する間隔  $T$  の決定に限らず、サンプル群を低域側に集める場合にはサンプル列  $B$  の後半に、サンプル群を高域側に集める場合にはサンプル列  $B$  の前半に、0 の振幅を持つサンプルが長く続くように間隔  $T$  を決定する方法を採用してもよい。

30

## 【 0 0 6 8 】

また、並べ替え部 5 は予め設定された複数の  $T$  の値のそれぞれに基づいてサンプル列の並べ替えを実施するという方法を採用してもよい。

## 【 0 0 6 9 】

[集めるサンプルの個数]

また、ここでは、各サンプル群に含まれるサンプルの個数が、周期性や基本周波数ないしその整数倍に対応するサンプル（以下、「中心サンプル」という）とその前後 1 サンプルの計 3 サンプルであるという固定された個数の例を示したが、サンプル群に含まれるサンプルの個数やサンプルインデックスを可変とする場合には、サンプル群に含まれるサンプルの個数とサンプルインデックスの組み合わせが異なる複数の選択肢の中から選択された一つを表す情報も補助情報に含める。

40

例えば、選択肢として、

- ( 1 ) 中心サンプルのみ、 $F(qT)$
- ( 2 ) 中心サンプルとその前後 1 サンプルの計 3 サンプル、 $F(qT-1)$ 、 $F(qT)$ 、 $F(qT+1)$
- ( 3 ) 中心サンプルとその前 2 サンプルの計 3 サンプル、 $F(qT-2)$ 、 $F(qT-1)$ 、 $F(qT)$
- ( 4 ) 中心サンプルとその前 3 サンプルの計 4 サンプル、 $F(qT-3)$ 、 $F(qT-2)$ 、 $F(qT-1)$ 、 $F(qT)$
- ( 5 ) 中心サンプルとその後 2 サンプルの計 3 サンプル、 $F(qT)$ 、 $F(qT+1)$ 、 $F(qT+2)$
- ( 6 ) 中心サンプルとその後 3 サンプルの計 4 サンプル、 $F(qT)$ 、 $F(qT+1)$ 、 $F(qT+2)$ 、 $F(qT+3)$

50

が設定されている場合に、(4)が選択されたならば、この(4)が選択されたことを表す情報が補助情報に含められる。この例であれば、選択された選択肢を表す情報として3ビットあれば十分である。

【0070】

以上で、周期性並べ替え処理の説明を終える。

【0071】

さて、並べ替え処理の変形例1では、並べ替え部5は、フレームごとに、周期性並べ替え処理とスペクトル包絡並べ替え処理を組み合わせる。具体的には、並べ替え部5は、[1]まず周期性並べ替え処理を行い並べ替え後のサンプル列を得て、[2]次いで周期性並べ替え処理で得られたサンプル列に対して、スペクトル包絡並べ替え処理を適用する。

10

【0072】

このとき、[2]におけるスペクトル包絡並べ替え処理では、(1)周期性並べ替え処理で得られたサンプル列の全てのサンプルを含み、かつ、(2)この周期性並べ替え処理で得られたサンプル列に含まれる“一部”のサンプルについて、音響ディジタル信号の線形予測係数に基づくパワースペクトル包絡係数列に含まれる係数であって各サンプルに対応する係数の大きい順または小さい順に当該各サンプルを並べ替えたもの、を並べ替え後のサンプル列として出力する。周期性並べ替え処理で得られたサンプル列に含まれる“全部”のサンプルをパワースペクトル包絡係数列に基づく並べ替えの対象とするならば、[1]の処理を実施せずに単にスペクトル包絡並べ替え処理を行った場合と同じ結果になるので、[2]のスペクトル包絡並べ替え処理では、周期性並べ替え処理で得られたサンプル列に含まれる“一部”のサンプルをパワースペクトル包絡係数列に基づく並べ替えの対象とすることが好ましい。

20

【0073】

ここで、パワースペクトル包絡係数列に基づく並べ替えの対象となる“一部”のサンプルとは、例えば、<A>「音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプルおよび、当該音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルを含む一つまたは連続する複数のサンプル」や<B>「最低の周波数から所定の周波数fまでの各周波数に対応するサンプルの並べ替えを行わない場合、最低の周波数から所定の周波数fまでの各周波数に対応するサンプルと、当該周波数f以降の各周波数に対応するサンプルのうち<A>を満たすサンプル」である。

30

【0074】

<A>の場合、上述の例ではサンプル列Aを構成する15個のサンプル $F(T-1)$ ,  $F(T)$ ,  $F(T+1)$ ,  $F(2T-1)$ ,  $F(2T)$ ,  $F(2T+1)$ ,  $F(3T-1)$ ,  $F(3T)$ ,  $F(3T+1)$ ,  $F(4T-1)$ ,  $F(4T)$ ,  $F(4T+1)$ ,  $F(5T-1)$ ,  $F(5T)$ ,  $F(5T+1)$ が[2]のスペクトル包絡並べ替え処理による並べ替えの対象となる。このとき、並べ替え部5は、サンプル列Aを構成する15個のサンプル $F(T-1)$ ,  $F(T)$ ,  $F(T+1)$ ,  $F(2T-1)$ ,  $F(2T)$ ,  $F(2T+1)$ ,  $F(3T-1)$ ,  $F(3T)$ ,  $F(3T+1)$ ,  $F(4T-1)$ ,  $F(4T)$ ,  $F(4T+1)$ ,  $F(5T-1)$ ,  $F(5T)$ ,  $F(5T+1)$ に対応するパワースペクトル包絡係数列に含まれる係数 $W(T-1)$ ,  $W(T)$ ,  $W(T+1)$ ,  $W(2T-1)$ ,  $W(2T)$ ,  $W(2T+1)$ ,  $W(3T-1)$ ,  $W(3T)$ ,  $W(3T+1)$ ,  $W(4T-1)$ ,  $W(4T)$ ,  $W(4T+1)$ ,  $W(5T-1)$ ,  $W(5T)$ ,  $W(5T+1)$ の大きい順の並びに一致するように、低域側から15個のサンプル $F(T-1)$ ,  $F(T)$ ,  $F(T+1)$ ,  $F(2T-1)$ ,  $F(2T)$ ,  $F(2T+1)$ ,  $F(3T-1)$ ,  $F(3T)$ ,  $F(3T+1)$ ,  $F(4T-1)$ ,  $F(4T)$ ,  $F(4T+1)$ ,  $F(5T-1)$ ,  $F(5T)$ ,  $F(5T+1)$ を並べる。例えば、 $W(T) > W(T-1) > W(T+1) > W(2T) > W(2T-1) > W(2T+1) > W(3T) > W(3T-1) > W(3T+1) > W(4T) > W(4T-1) > W(4T+1) > W(5T) > W(5T-1) > W(5T+1)$ という大小関係があるならば、15個のサンプル $F(T-1)$ ,  $F(T)$ ,  $F(T+1)$ ,  $F(2T-1)$ ,  $F(2T)$ ,  $F(2T+1)$ ,  $F(3T-1)$ ,  $F(3T)$ ,  $F(3T+1)$ ,  $F(4T-1)$ ,  $F(4T)$ ,  $F(4T+1)$ ,  $F(5T-1)$ ,  $F(5T)$ ,  $F(5T+1)$ は、 $F(T)$ ,  $F(T-1)$ ,  $F(T+1)$ ,  $F(2T)$ ,  $F(2T-1)$ ,  $F(2T+1)$ ,  $F(3T)$ ,  $F(3T-1)$ ,  $F(3T+1)$ ,  $F(4T)$ ,  $F(4T-1)$ ,  $F(4T+1)$ ,  $F(5T)$ ,  $F(5T-1)$ ,  $F(5T+1)$ という並びに変更される。そして、並べ替え部5は、このサンプルの並び $F(T)$ ,  $F(T-1)$ ,  $F(T+1)$ ,  $F(2T)$ ,  $F(2T-1)$ ,  $F(2T+1)$ ,  $F(3T)$ ,  $F(3T-1)$ ,  $F(3T+1)$ ,  $F(4T)$ ,  $F(4T-1)$ ,  $F(4T+1)$ ,  $F(5T)$ ,  $F(5T-1)$ ,  $F(5T+1)$ の高域側に、[2]の処理で並べ替えの対象とな

40

50

らなかったサンプル列 B を構成するサンプル  $F(1), \dots, F(T-2), F(T+2), \dots, F(2T-2), F(2T+2), \dots, F(3T-2), F(3T+2), \dots, F(4T-2), F(4T+2), \dots, F(5T-2), F(5T+2), \dots, F(N)$  を連結したもの、つまり  $F(T), F(T-1), F(T+1), F(2T), F(2T-1), F(2T+1), F(3T), F(3T-1), F(3T+1), F(4T), F(4T-1), F(4T+1), F(5T), F(5T-1), F(5T+1), F(1), \dots, F(T-2), F(T+2), \dots, F(2T-2), F(2T+2), \dots, F(3T-2), F(3T+2), \dots, F(4T-2), F(4T+2), \dots, F(5T-2), F(5T+2), \dots, F(N)$  を並べ替え後のサンプル列として出力する。

【 0 0 7 5 】

< B > の場合、例えば並べ替え前のサンプル  $F(1), \dots, F(T+1)$  を並べ替えず、並べ替え前の  $F(T+2)$  以降のサンプルが周期性並べ替え処理の対象であった上述の例の場合、 $F(1), \dots, F(T+1), F(2T-1), F(2T), F(2T+1), F(3T-1), F(3T), F(3T+1), F(4T-1), F(4T), F(4T+1), F(5T-1), F(5T), F(5T+1)$  が [ 2 ] のスペクトル包絡並べ替え処理による並べ替えの対象となる。このとき、並べ替え部 5 は、 $F(1), \dots, F(T+1), F(2T-1), F(2T), F(2T+1), F(3T-1), F(3T), F(3T+1), F(4T-1), F(4T), F(4T+1), F(5T-1), F(5T), F(5T+1)$  に対応するパワースペクトル包絡係数列に含まれる係数  $W(1), \dots, W(T+1), W(2T-1), W(2T), W(2T+1), W(3T-1), W(3T), W(3T+1), W(4T-1), W(4T), W(4T+1), W(5T-1), W(5T), W(5T+1)$  の大きい順の並びに一致するように、低域側から  $F(1), \dots, F(T+1), F(2T-1), F(2T), F(2T+1), F(3T-1), F(3T), F(3T+1), F(4T-1), F(4T), F(4T+1), F(5T-1), F(5T), F(5T+1)$  を並べる。例えば、 $W(1) > \dots > W(T+1) > W(2T) > W(2T-1) > W(2T+1) > W(3T) > W(3T-1) > W(3T+1) > W(4T) > W(4T-1) > W(4T+1) > W(5T) > W(5T-1) > W(5T+1)$  という大小関係があるならば、 $F(1), \dots, F(T+1), F(2T-1), F(2T), F(2T+1), F(3T-1), F(3T), F(3T+1), F(4T-1), F(4T), F(4T+1), F(5T-1), F(5T), F(5T+1)$  は、 $F(1), \dots, F(T+1), F(2T), F(2T-1), F(2T+1), F(3T), F(3T-1), F(3T+1), F(4T), F(4T-1), F(4T+1), F(5T), F(5T-1), F(5T+1)$  という並びに変更される。そして、並べ替え部 5 は、このサンプルの並び  $F(1), \dots, F(T+1), F(2T), F(2T-1), F(2T+1), F(3T), F(3T-1), F(3T+1), F(4T), F(4T-1), F(4T+1), F(5T), F(5T-1), F(5T+1)$  の高域側に、[ 2 ] の処理で並べ替えの対象とならなかったサンプル  $F(T+2), \dots, F(2T-2), F(2T+2), \dots, F(3T-2), F(3T+2), \dots, F(4T-2), F(4T+2), \dots, F(5T-2), F(5T+2), \dots, F(N)$  を連結したもの、つまり  $F(1), \dots, F(T+1), F(2T), F(2T-1), F(2T+1), F(3T), F(3T-1), F(3T+1), F(4T), F(4T-1), F(4T+1), F(5T), F(5T-1), F(5T+1), F(T+2), \dots, F(2T-2), F(2T+2), \dots, F(3T-2), F(3T+2), \dots, F(4T-2), F(4T+2), \dots, F(5T-2), F(5T+2), \dots, F(N)$  を並べ替え後のサンプル列として出力する。

【 0 0 7 6 】

周期性並べ替え処理によると、パラメータ  $q$  や間隔  $T$  などを最適化することで、大きな「指標」（サンプルの振幅など）を持つサンプルが例えば低域側に集中するようになるが、サンプルの実際の振幅値で並べ替えているわけではなく、また、間隔  $T$  という周期性に依存した並べ替えなので、小さな「指標」を持つサンプルが低域側に入り込む可能性が否定できない。また、上述のようにサンプル群で構成されるサンプル列 A に含まれるサンプルのサンプルインデックスの大小関係は元のサンプルインデックスの大小関係と同じであるから、サンプル列 A では、サンプル列 A に含まれるサンプルの「指標」の大きい順でサンプルが並んでいるとは限らない（換言すれば、サンプル列 A では、サンプルの「指標」の包絡線に鋭い起伏が存在するかもしれない、ということである）。そこで、周期性並べ替え処理によって集められた大きな「指標」を持つサンプルをパワースペクトル包絡係数列に含まれる係数の大小関係に従ってさらに並べ替えることによって、サンプル列に含まれるサンプルがサンプルの「指標」の大きい順で並び可能性が高まることが期待される。

【 0 0 7 7 】

並べ替え処理の変形例 2

周期性並べ替え処理として、 $q$  に関する選択肢、間隔  $T$  に関する選択肢、サンプル群に含まれるサンプルの個数に関する選択肢、サンプル群に含まれるサンプルのサンプルインデックスに関する選択肢などの組み合わせに応じて、種々の周期性並べ替え処理が考えられる。並べ替え処理の変形例 2 では、このように周期性並べ替え処理として複数のパターンが予め設定されている場合に、各パターンの周期性並べ替え処理を行い並べ替え後のサン

10

20

30

40

50

プル列を得て、次いで各パターンの周期性並べ替え処理で得られたサンプル列に対してスペクトル包絡並べ替え処理を適用し、この結果の各サンプル列に対して後述の符号化部 6 によって求められた符号量のうち最小の符号量を与えた並べ替えを選択する。

【 0 0 7 8 】

ただし、これらの選択肢の全ての組み合わせは相当の数になることが予想される。これらの選択肢の全ての組み合わせについてスペクトル包絡並べ替え処理を適用すると、最終的な符号量を計算するにはかなりの処理量がかかり、効率の観点から問題となる場合があるかもしれない。このような観点から処理量を削減するために、例えば、次のような近似処理を用いることができる。つまり、並べ替え部 5 と後述の符号化部 6 との協働によって、選択肢の全ての組み合わせについて簡易で近似的な方法で符号量を推定し、例えば推定符号量が最小のものから所定の複数の候補を選択する等にて好ましいと推定される複数の周期性並べ替え処理の候補を絞り込み、絞り込まれた周期性並べ替え処理の候補（選択された候補）のそれぞれについて並べ替え後のサンプル列を得て、次いでこれらの周期性並べ替え処理で得られたサンプル列それぞれに対してスペクトル包絡並べ替え処理を適用し、この結果の各サンプル列に対して後述の符号化部 6 によって求められた符号量のうち最小の符号量を与えた並べ替えを選択するようにしてもよい。

10

【 0 0 7 9 】

並べ替え処理の変形例 3

並べ替え処理の変形例 3 では、並べ替え部 5 は、フレームごとに、周期性並べ替え処理とスペクトル包絡並べ替え処理を組み合わせ実行する。具体的には、並べ替え部 5 は、[ 1 ] まずスペクトル包絡並べ替え処理を行い並べ替え後のサンプル列を得て、[ 2 ] 次いでスペクトル包絡並べ替え処理で得られたサンプル列に対して、周期性並べ替え処理を適用する。

20

【 0 0 8 0 】

この場合、周期性並べ替え処理において、並べ替えの対象となる番号  $j$  の最大値を決定付ける上限  $M$  あるいは第 1 の所定の周波数を全てのフレームに共通の値とせず、フレーム毎に異なる上限  $M$  あるいは第 1 の所定の周波数を設定してもよい。この場合、フレームごとに上限  $M$  あるいは第 1 の所定の周波数を指定する情報を復号側へ送ればよい。また、並べ替えの対象となる番号  $j$  の最大値を指定するのではなく、並べ替えるサンプル群の個数を指定してもよく、この場合、サンプル群の個数をフレーム毎に設定して、サンプル群の個数を指定する情報を復号側へ送ってもよい。もちろん、並べ替えるサンプル群の個数を全てのフレームに共通としてもよい。また、第 2 の所定の周波数  $f$  についても、全てのフレームに共通の値とせず、フレーム毎に異なる第 2 の所定の周波数  $f$  を設定してもよい。この場合、フレームごとに第 2 の所定の周波数を指定する情報を復号側へ送ればよい。

30

【 0 0 8 1 】

また、この場合、並べ替え部 5 または後述の符号化部 6 は、サンプル列の並べ替えを特定する補助情報、すなわち、音響信号の周期性を表す情報、または基本周波数を表す情報、または音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルと音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルとの間隔  $T$  を表す情報を出力する。例えば間隔  $T$  をフレーム毎に決定する場合は、サンプル列の並べ替えを特定する補助情報もフレーム毎に出力されることになる。サンプル列の並べ替えを特定する補助情報は、周期性、基本周波数または間隔  $T$  をフレーム毎に符号化して得られる。この符号化は固定長符号化であってもよいし、可変長符号化して平均符号量を削減してもよい。可変長符号化する場合は、前フレームの間隔  $T$  と現フレームの間隔  $T$  の差分を可変長符号化した情報を間隔  $T$  を表す情報としてもよい。同様に、前フレームの基本周波数と現フレームの基本周波数の差分を可変長符号化した情報を基本周波数を表す情報としてもよい。なお、符号化装置 100 内の図示しない別の手段によって基本周波数を表す情報が得られている場合は、並べ替え部 5 ではなく、当該別の手段によって得られた基本周波数を表す情報をサンプル列の並べ替えを特定する補助情報として用いてもよい。また、 $q$  を複数の選択肢から選択可能な場合

40

50

には、 $q$ の上限値あるいは上述の上限 $M$ を補助情報に含めてもよい。

【0082】

並べ替え処理の変形例4

並べ替え処理の変形例4では、並べ替え部5は、並べ替え処理の変形例1と並べ替え処理の変形例3を独立に行い、最終的に符号量が最小となる並べ替えを選択する。

【0083】

並べ替え処理の変形例5

並べ替え処理の変形例5では、並べ替え部5は、並べ替え処理の変形例3と周期性並べ替え処理を独立に行い、最終的に符号量が最小となる並べ替えを選択する。

【0084】

並べ替え処理の変形例6

並べ替え処理の変形例6では、並べ替え部5は、スペクトル包絡並べ替え処理と並べ替え処理の変形例1を独立に行い、最終的に符号量が最小となる並べ替えを選択する。

【0085】

並べ替え処理の変形例7

並べ替え処理の変形例7では、並べ替え部5は、スペクトル包絡並べ替え処理と周期性並べ替え処理を独立に行い、最終的に符号量が最小となる並べ替えを選択する。

【0086】

並べ替え処理の変形例8

周波数領域のサンプル列 $F(1), \dots, F(N)$ の振幅の絶対値の和  $\sum_{n=1}^N F(n)$  やパワー（振幅の二乗和）  $\sum_{n=1}^N (F(n))^2$  の大きさによって、並べ替えを行うか否かを選択することができる。例えばパワーが予め設定された閾値以上の場合（あるいは、閾値より大きい場合）に並べ替えを行い、パワーが当該閾値未満（あるいは、閾値以下）の場合に並べ替えはしない。そこで、並べ替え処理の変形例8では、並べ替え部5は、符号化装置100内の図示しない別の手段が求めた周波数領域のサンプル列の振幅の絶対値の和やパワー（振幅の二乗和）が予め定められた閾値より大きい場合はサンプル列に対する並べ替えを行って並べ替え後のサンプル列を後述の符号化部6に出力し、そうでない場合はサンプル列に対する並べ替えを行わずに並べ替え部5に入力されたサンプル列そのものを後述の符号化部6に出力し、後述の符号化部6では並べ替え部5から出力されたサンプル列を可変長符号化する構成としてもよい。この場合、並べ替えの前後によって絶対値の和やパワーは変わらないので、符号列に対応するサンプル列が並べ替えを行ったサンプル列であるか否かを表す情報を出力する必要は無い。ただし、閾値を符号化側と復号側とで共通の値として予め設定しておくこととする。

【0087】

「符号化部6」

次に、符号化部6が、並べ替え部5が出力したサンプル列を符号化し、得られた符号列を出力する（ステップS6）。符号化部6は、並べ替え部5が出力したサンプル列に含まれるサンプルの振幅の偏りに応じて可変長符号化を切り替えて符号化する。つまり、並べ替え部5によってフレーム内で低域側（あるいは高域側）に振幅の大きなサンプルが集められているので、符号化部6はその偏りに適した可変長符号化を行う。並べ替え部5が出力したサンプル列のように、局所的な領域ごとに同等か同程度の振幅を持つサンプルが集まっていると、例えば領域ごとに異なるライスパラメータでライス符号化することによって平均符号量を削減できる。以下、フレーム内で低域側（フレームの先頭に近い側）に振幅の大きなサンプルが集められている場合を例に採って説明する。

【0088】

[符号化の具体例]

具体例として、符号化部6は、大きな振幅を持つサンプルが集まっている領域ではサンプルごとにライス符号化（ゴロム-ライス符号化ともいう）を適用する。この領域以外の領域では、符号化部6は、複数のサンプルをまとめたサンプルの集合に対する符号化にも適するエントロピー符号化（ハフマン符号化や算術符号化など）を適用する。ライス符号

10

20

30

40

50

化の適用に関して、ライス符号化の適用領域とライスパラメータが固定されていてもよいし、あるいは、ライス符号化の適用領域とライスパラメータの組み合わせが異なる複数の選択肢の中から一つを選択できる構成であってもよい。このような複数の選択肢から一つを選択する際、ライス符号化の選択情報として、例えば下記のような可変長符号（記号"で囲まれたバイナリ値）を使うことができ、符号化部6は選択情報も出力する。

"1"：ライス符号化を適用しない

"01"：ライス符号化を先頭から1/32の領域にライスパラメータを1として適用する。

"001"：ライス符号化を先頭から1/32の領域にライスパラメータを2として適用する。

"0001"：ライス符号化を先頭から1/16の領域にライスパラメータを1として適用する。

"00001"：ライス符号化を先頭から1/16の領域にライスパラメータを2として適用する。

"00000"：ライス符号化を先頭から1/32の領域にライスパラメータを3として適用する。

【0089】

なお、このような選択肢の中からどれを選択すればよいかを決める方法として、符号化処理で得られる各ライス符号化に対応する符号列の符号量を比較し、最も符号量が小さい選択肢を選択するという方法を採用すればよい。

【0090】

また、並べ替え後のサンプル列に0の振幅を持つサンプルが長く続く領域が現れると、0の振幅を持つサンプルの連続数を例えばランレングス符号化することにより平均符号量を削減できる。このような場合、符号化部6は、(1)大きな振幅を持つサンプルが集まっている領域ではサンプルごとにライス符号化を適用し、(2)この領域以外の領域では、(a)0の振幅を持つサンプルが連続する領域では、0の振幅を持つサンプルの連続数を表す符号を出力する符号化を行い、(b)残りの領域では、複数のサンプルをまとめたサンプルの集合に対する符号化にも適するエントロピー符号化（ハフマン符号化や算術符号化など）を適用する。このような場合であっても、上述のようなライス符号化の選択を行ってもよい。また、このような場合、どの領域にランレングス符号化が適用されたかを表す情報も復号側へ伝送される必要があり、例えばこの情報は上記選択情報に含められる。さらに、エントロピー符号化に属する複数の符号化方法を選択肢として用意してある場合には、いずれの符号化を選択したかを特定するための情報も復号側へ伝送される必要があり、例えばこの情報は上記選択情報に含められる。

【0091】

なお、サンプル列に含まれるサンプルの並べ替えによる利点が無い場合も考えられる。このような場合には並べ替え前のサンプル列を符号化すべきである。そこで、並べ替え部5からは並べ替え前のサンプル列（並べ替えを行っていないサンプル列）も出力し、符号化部6は、並べ替え前のサンプル列と並べ替え後のサンプル列をそれぞれ可変長符号化し、並べ替え前のサンプル列を可変長符号化して得られる符号列の符号量と、並べ替え後のサンプル列を領域ごとに可変長符号化を切り替えて符号化して得られる符号列の符号量とを比較し、並べ替え前のサンプル列の符号量が最小である場合には、並べ替え前のサンプル列を可変長符号化して得られた符号列を出力する。この場合は、符号列に対応するサンプル列がサンプルの並べ替えを行ったサンプル列であるか否かを表す情報も出力する。この情報として1ビットを使えば十分である。

【0092】

変形例1

本発明の実施形態で説明されたサンプル列に含まれるサンプルの並べ替えはパワースペクトル包絡が比較的大きな傾きを持つ（すなわち予測利得が大きい）場合に有効であるので、予め予測利得またはその推定値がある定められた閾値より大きい場合のみサンプル列に含まれるサンプルの並べ替えを適用することに決めておくこともできる。これは予測利得が大きいときには声帯振動や楽器の振動が強く、周期性も高い場合が多いという音声や楽音の性質を利用するものである。予測利得は原音（音声音響デジタル信号）のエネルギーを予測残差のエネルギーで割ったものである。線形予測係数やPARCOR係数をパラメータとして使う符号化においては、量子化済みのパラメータを符号化装置と復号装置で共通

10

20

30

40

50

に使うことができる。そこで、例えば、符号化部 6 は、符号化装置 100 内の図示しない別の手段によって求めた  $i$  次の量子化済 PARCOR 係数  $k(i)$  を用いて、 $(1-k(i)*k(i))$  を次数ごとに乗算したものの逆数で表わされる予測利得の推定値を計算し、計算された推定値がある定められた閾値より大きい場合は並べ替え後のサンプル列を可変長符号化して得られた符号列を出力し、そうでない場合は並べ替え前のサンプル列を可変長符号化して得られた符号列を出力する。この場合は、符号列に対応するサンプル列が並べ替えを行ったサンプル列であるか否かを表す情報を出力する必要は無い。すなわち、予測がきかない雑音の音声や無音時には効果が小さい可能性が高いので並べ替えをしないと決めておくほうが復号側へ伝送する情報の符号量や計算の無駄が少なくなる。

【0093】

10

なお、並べ替え部 5 において、予測利得または予測利得の推定値の計算を行い、予測利得または予測利得の推定値がある定められた閾値より大きい場合はサンプル列に対する並べ替えを行って並べ替え後のサンプル列を符号化部 6 に出力し、そうでない場合はサンプル列に対する並べ替えを行わずに並べ替え部 5 に入力されたサンプル列そのものを符号化部 6 に出力し、符号化部 6 では並べ替え部 5 から出力されたサンプル列を可変長符号化する構成としてもよい。

【0094】

なお、この構成の場合には、閾値を符号化側と復号側とで共通の値として予め設定しておくこととする。

【0095】

20

変形例 2

変形例 2 では、符号化部 6 が、並べ替え部 5 が出力したサンプル列の可変長符号化に線形予測係数やパワースペクトル包絡係数列や予測利得を利用する。符号化部 6 は、並べ替え部 5 が出力したサンプル列に含まれるサンプルの振幅の偏りに応じて可変長符号化を切り替えて符号化する。この際、振幅の大きさによって適応的に符号化することによって符号長を短くすることができる。例えばライス符号を用いる場合、ライスパラメータの値を符号化する振幅によって決定し、周波数領域のサンプル列の振幅に応じて同一のライスパラメータの適用区間を最適に決めて適用区間情報として復号側へ送ってもよいし、同一のライスパラメータの適用区間を固定的に決めておき、スペクトル包絡情報や予測利得に応じて同一のライスパラメータを適用する適用区間を選択してもよい。

30

【0096】

変形例 2 を具体例を示して説明する。パワースペクトル包絡係数列を大小関係が例えば大きい順になるように並べ替えた場合（低域側でパワースペクトル包絡係数列の係数が大きく、高域側でパワースペクトル包絡係数列の係数が小さい）、図 8 に示すように並べ替え後のパワースペクトル包絡係数列の傾斜が大きい（つまり、予測利得が大きい）ときには符号化部 6 は短い区間に同一のライスパラメータを用いるとし、図 9 に示すように並べ替え後のパワースペクトル包絡係数列の傾斜が小さい（つまり、予測利得が小さい）ときには符号化部 6 は長い区間で同一のライスパラメータを用いるとする。この規準の下、適用区間で用いるライスパラメータの最適値を決定すればよい（ライスパラメータの算出方法は、例えば、下記参考文献 1 参照）。

40

例えば予測利得  $G_p$  を用いる場合、予め定められた閾値  $g$  と予測利得  $G_p$  との大小関係に基づいて適用区間の長短を下記のように切り替えることができる。なお、この構成の場合には、閾値を符号化側と復号側とで共通の値として予め設定しておくこととする。

$G_p \geq g$  の場合：

"1"：ライス符号化を適用しない

"01"：ライス符号化を先頭から  $1/32$  の区間にライスパラメータを 1 として適用する。

"00"：ライス符号化を先頭から  $1/32$  の区間にライスパラメータを 2 として適用する。

$G_p < g$  の場合：

"1"：ライス符号化を適用しない

"01"：ライス符号化を先頭から  $1/16$  の区間にライスパラメータを 1 として適用する。

50

"00" : ライス符号化を先頭から1/16の区間にライスパラメータを2として適用する。

【0097】

なお、このような選択肢の中からどれを選択すればよいかを決める方法として、符号化部6が、符号化処理で得られる各ライス符号化に対応する符号列の符号量を比較し、最も符号量が小さい選択肢を選択するという方法を採用すればよい。

【0098】

なお、ここで例示したライス符号化、エントロピー符号化、ランレングス符号化はいずれも周知であるからその詳細な説明を省略する(例えば参考文献1参照)。

(参考文献1) David Salomon, "Data Compression : The Complete Reference," 3<sup>rd</sup> edition, Springer-Verlag, ISBN-10: 0-387-40697-2, 2004.

【0099】

「復号処理」

続いて図10～図11を参照して復号処理を説明する。

復号装置200では、符号化装置100による符号化処理と逆順の処理でMDCT係数が再構成される。復号装置200には、フレームごとに、少なくとも、上記線形予測係数あるいは上記パワースペクトル包絡係数列が符号化されて得られた符号列(以下、「補助符号列」という)と、上記利得情報と、並べ替え後の(場合によっては並べ替え前の)上記サンプル列に対応する上記符号列(以下、単に「符号列」という)が入力される。並べ替え前の上記サンプル列に対応する上記符号列が復号装置200に入力される可能性がある実施形態では、サンプル列の並べ替えを行ったか否かを表す情報も復号装置200に入力される。また、符号化装置100から選択情報が出力された場合にはこの選択情報も復号装置200に入力される。また、並べ替え対象としてサンプル列に含まれるサンプルの全部または一部を選択可能な実施形態では、上記対象情報も復号装置200に入力される。このほか、符号化装置100から出力されえる既述の情報は復号装置200に入力され、必要に応じて後述の復号部11による処理や回復部12による処理などに用いられる。

【0100】

「復号部11」

まず、復号部11が、フレームごとに、入力された符号列を復号して周波数領域のサンプル列を出力する(ステップS11)。選択情報が復号装置200に入力されている場合には、復号部11は、フレームごとに、入力された符号列を選択情報に応じて復号して周波数領域のサンプル列を出力する。当然であるが、符号列を得るために実行された符号化方法に対応する復号方法が実行される。復号部11による復号処理の詳細は符号化装置100の符号化部6による符号化処理の詳細に対応するので、当該符号化処理の説明をここに援用し、実行された符号化に対応する復号が復号部11の行う復号処理であることを明記し、これをもって復号処理の詳細な説明とする。なお、どのような符号化方法が実行されたかは、選択情報が復号装置200に入力されている場合には当該選択情報によって特定され、選択情報が復号装置200に入力されない実施形態であれば事前に符号化側と復号側で符号化方法とそれに対応する復号方法が定められているので、この取り決めによって特定される。選択情報に、例えば、ライス符号化の適用領域とライスパラメータを特定する情報と、ランレングス符号化の適用領域を表す情報と、エントロピー符号化の種類を特定する情報が含まれている場合には、これらの符号化方法に応じた復号方法が入力された符号列の対応する領域に適用される。ライス符号化に対応する復号処理、エントロピー符号化に対応する復号処理、ランレングス符号化に対応する復号処理はいずれも周知であるから説明を省略する(例えば上記参考文献1参照)。

【0101】

「回復部12」

次に、回復部12が、フレームごとに、補助符号列を復号して得られた線形予測係数を周波数領域に変換して得られるパワースペクトル包絡係数列あるいは補助符号列を復号して得られたパワースペクトル包絡係数列を参照して、復号部11が出力した周波数領域のサンプル列から元のサンプルの並びを得る(ステップS12)。ここで「元のサンプルの

10

20

30

40

50

並び」とは、符号化装置 100 の並べ替え部 5 に入力された「周波数領域のサンプル列」に相当する。補助符号列を復号して得られた線形予測係数を周波数領域に変換してパワースペクトル包絡係数列を得る処理あるいは補助符号列を復号してパワースペクトル包絡係数列を得る処理は、回復部 12 が行ってもよいし、復号装置 200 内に在る図示しない他の手段が行ってもよい。パワースペクトル包絡係数列は、後述するステップ S15 の処理でも用いられるため、再計算のコストを省く観点から、復号装置 200 内に在る図示しない記憶部に記憶しておけばよい。上述のとおり、符号化装置 100 の並べ替え部 5 による並べ替え方法や並べ替え方法に対応する並べ替えの選択肢は種々あるが、並べ替えが実行された場合には実行された並べ替えは一つであり、その並べ替えを特定する情報はパワースペクトル包絡係数列に含まれている。よって、回復部 12 はパワースペクトル包絡係数列に基づいて復号部 11 が出力した周波数領域のサンプル列を元のサンプルの並びに戻すことができる。

10

#### 【0102】

なお、復号装置 200 にサンプル列の並べ替えを行ったか否かを表す情報が入力されている場合には、回復部 12 は、当該情報が並べ替えを行ったことを示すものである場合は復号部 11 が出力した周波数領域のサンプル列を元のサンプルの並びに戻して出力し、当該情報が並べ替えを行っていないことを示すものである場合は復号部 11 が出力した周波数領域のサンプル列をそのまま出力する。

#### 【0103】

また、予測利得または予測利得の推定値の大小により並べ替えを行ったか否かを判断する構成も有り得る。この構成では、回復部 12 は、例えば、復号装置 200 内の図示しない別の手段から入力された  $i$  次の量子化済 PARCOR 係数  $k(i)$  を用いて、 $(1-k(i))*k(i)$  を次数ごとに乗算したものの逆数で表わされる予測利得の推定値を計算し、計算された推定値がある定められた閾値より大きい場合は復号部 11 が出力した周波数領域のサンプル列を元のサンプルの並びに戻して出力し、そうでない場合は復号部 11 が出力した周波数領域のサンプル列をそのまま出力する。

20

#### 【0104】

また、復号部 11 によって得られた周波数領域のサンプル列  $F(1), \dots, F(N)$  の振幅の絶対値の和  $\sum_{n=1}^N F(n)$  やパワー（振幅の二乗和） $\sum_{n=1}^N (F(n))^2$  の大きさによって、並べ替えを行ったか否かを判断する構成も有り得る。この構成では、回復部 12 は、例えば復号装置 200 内の図示しない別の手段が求めた周波数領域のサンプル列  $F(1), \dots, F(N)$  のパワーを入力として、当該パワーがある定められた閾値以上の場合には復号部 11 が出力した周波数領域のサンプル列を元のサンプルの並びに戻して出力し、そうでない場合は復号部 11 が出力した周波数領域のサンプル列をそのまま出力する。

30

#### 【0105】

回復部 12 による回復処理の詳細は符号化装置 100 の並べ替え部 5 による並べ替え処理の詳細に対応するので、当該並べ替え処理の説明をここに援用し、その並べ替え処理の逆順の処理（逆の並べ替え）が回復部 12 の行う回復処理であることを明記し、これをもって回復処理の詳細な説明とする。なお、理解の一助のため、（1）復号装置 200 に対象情報が入力されている、（2）サンプルの並べ替えではサンプルは低域側から並べられる、（3）「パワースペクトル包絡係数列  $W(1), \dots, W(N)$  の大きい順」を規準としてサンプル列に含まれるサンプルを並べ替える、と仮定して、上述の並べ替え処理の具体例に対応する回復処理の一例を説明する。

40

#### 【0106】

まず、補助符号列に基づいて 16 個の係数  $W(1), \dots, W(16)$  を持つパワースペクトル包絡係数列が得られる。対象情報が、サンプル列に含まれるサンプルの全部が並べ替え対象であることを示す場合、パワースペクトル包絡係数列  $W(1), W(2), W(3), W(4), W(5), W(6), W(7), W(8), W(9), W(10), W(11), W(12), W(13), W(14), W(15), W(16)$  を大きい順に並べることで次の係数列を得る。

---

50

W(1), W(5), W(3), W(2), W(6), W(4), W(8), W(9), W(7), W(10), W(11), W(12), W(13), W(15), W(14), W(16)

---

この係数列の係数が、復号部11が出力した16個のサンプルを持つ周波数領域のサンプル列のサンプルに低域側から1対1で対応している。従って、回復部12は、係数列に含まれる係数の元の並びであるパワースペクトル包絡係数列W(1), W(2), W(3), W(4), W(5), W(6), W(7), W(8), W(9), W(10), W(11), W(12), W(13), W(14), W(15), W(16)に一致するように、係数列に対応するサンプル列に含まれる16個のサンプルを並べる。この結果、「元のサンプルの並び」であるサンプル列F(1), F(2), F(3), F(4), F(5), F(6), F(7), F(8), F(9), F(10), F(11), F(12), F(13), F(14), F(15), F(16)が得られる。

10

対象情報が、サンプル列に含まれるサンプルの一部が並べ替え対象であることを示し、例えばサンプル数kとしてk=4を指定している場合、パワースペクトル包絡係数列W(1), W(2), W(3), W(4), W(5), W(6), W(7), W(8), W(9), W(10), W(11), W(12), W(13), W(14), W(15), W(16)の中から大きい順で選択されたk個の係数の大きい順の並びとして次の係数列を得る。

---

W(1), W(5), W(3), W(2)

---

さらに、選択されなかった係数W(4), W(6), W(7), W(8), W(9), W(10), W(11), W(12), W(13), W(14), W(15), W(16)は元の並びを維持してk個のサンプルの並びW(1), W(5), W(3), W(2)の後に(つまり、高域側に)連結されるため、結果として、係数列を得る。

20

---

W(1), W(5), W(3), W(2), W(4), W(6), W(7), W(8), W(9), W(10), W(11), W(12), W(13), W(14), W(15), W(16)

---

この係数列の係数が、復号部11が出力した16個のサンプルを持つ周波数領域のサンプル列のサンプルに低域側から1対1で対応している。従って、回復部12は、係数列に含まれる係数の元の並びであるパワースペクトル包絡係数列W(1), W(2), W(3), W(4), W(5), W(6), W(7), W(8), W(9), W(10), W(11), W(12), W(13), W(14), W(15), W(16)に一致するように、係数列に対応するサンプル列に含まれる16個のサンプルを並べる。この結果、「元のサンプルの並び」であるサンプル列F(1), F(2), F(3), F(4), F(5), F(6), F(7), F(8), F(9), F(10), F(11), F(12), F(13), F(14), F(15), F(16)が得られる。

30

【0107】

なお、並べ替え処理の変形例3, 4, 5, 7では、周期性並べ替え処理によって得られたサンプル列が符号化されたものが復号装置200の入力となる。このような場合には、回復部12は、周期性並べ替え処理に対応する回復処理を行う。例えば、並べ替え部5がサンプル群を低域側に集めてF(T-1), F(T), F(T+1), F(2T-1), F(2T), F(2T+1), F(3T-1), F(3T), F(3T+1), F(4T-1), F(4T), F(4T+1), F(5T-1), F(5T), F(5T+1), F(1), ..., F(T-2), F(T+2), ..., F(2T-2), F(2T+2), ..., F(3T-2), F(3T+2), ..., F(4T-2), F(4T+2), ..., F(5T-2), F(5T+2), ...F(jmax)を出力した上述の例であると、回復部12には復号部11が出力した周波数領域のサンプル列F(T-1), F(T), F(T+1), F(2T-1), F(2T), F(2T+1), F(3T-1), F(3T), F(3T+1), F(4T-1), F(4T), F(4T+1), F(5T-1), F(5T), F(5T+1), F(1), ..., F(T-2), F(T+2), ..., F(2T-2), F(2T+2), ..., F(3T-2), F(3T+2), ..., F(4T-2), F(4T+2), ..., F(5T-2), F(5T+2), ...F(jmax)が入力される。そして、補助情報には、音響信号の周期性を表わす情報、音響信号の基本周波数を表す情報、音響信号の周期性または基本周波数に対応するサンプルと音響信号の周期性または基本周波数の整数倍に対応するサンプルとの間隔を表す情報など(具体的には、例えば、間隔Tに関する情報や、nが1以上5以下の各整数であることを表す情報や、サンプル群には3サンプルが含まれることを特定する情報など)が含まれている。従って、回復部12は、この補助情報に基づいて、入力されたサンプル列F(T-1), F(T), F(T+1), F(2T-1), F(2T), F(2T+1), F(3T-1)

40

50

、 $F(3T)$ 、 $F(3T+1)$ 、 $F(4T-1)$ 、 $F(4T)$ 、 $F(4T+1)$ 、 $F(5T-1)$ 、 $F(5T)$ 、 $F(5T+1)$ 、 $F(1)$ 、 $\dots$ 、 $F(T-2)$ 、 $F(T+2)$ 、 $\dots$ 、 $F(2T-2)$ 、 $F(2T+2)$ 、 $\dots$ 、 $F(3T-2)$ 、 $F(3T+2)$ 、 $\dots$ 、 $F(4T-2)$ 、 $F(4T+2)$ 、 $\dots$ 、 $F(5T-2)$ 、 $F(5T+2)$ 、 $\dots$ 、 $F(j_{\max})$ を元のサンプルの並び $F(j)$  ( $1 \leq j \leq j_{\max}$ )に戻すことができる。なお、例えば並べ替え処理の変形例3のように、周期性並べ替え処理に対応する回復処理で得られたサンプル列が、スペクトル包絡並べ替え処理で得られたサンプル列に対応している場合には、回復部12は、周期性並べ替え処理に対応する回復処理で得られたサンプル列に対して、さらにスペクトル包絡並べ替え処理に対応する回復処理を実行する。

【0108】

「逆量子化部13」

10

次に、逆量子化部13が、フレームごとに、回復部12が出力した元のサンプルの並びを逆量子化する(ステップS13)。上述の例に対応させて述べれば、逆量子化によって、符号化装置100の量子化部4に入力された「利得で正規化された重み付け正規化MDCT係数列」が得られる。

【0109】

「利得乗算部14」

次に、利得乗算部14が、フレームごとに、逆量子化部13が出力した「利得で正規化された重み付け正規化MDCT係数列」の各係数に、上記利得情報で特定される利得を乗じて、「正規化された重み付け正規化MDCT係数列」を得る(ステップS14)。

【0110】

20

「重み付け包絡逆正規化部15」

次に、重み付け包絡逆正規化部15が、フレームごとに、利得乗算部14が出力した「正規化された重み付け正規化MDCT係数列」の各係数に、パワースペクトル包絡係数列から得られる補正係数を適用することで「MDCT係数列」を得る(ステップS15)。符号化装置100で実行された重み付け包絡正規化処理の例に対応させて具体例を説明すると、重み付け包絡逆正規化部15は、利得乗算部14が出力した「正規化された重み付け正規化MDCT係数列」の各係数に、当該各係数に対応するパワースペクトル包絡係数列の各係数の乗( $0 < \alpha < 1$ )の値 $W(1)$ 、 $\dots$ 、 $W(N)$ を乗算することによって、MDCT係数列の各係数 $X(1)$ 、 $\dots$ 、 $X(N)$ を得る。

【0111】

30

「時間領域変換部16」

次に、時間領域変換部16が、フレームごとに、重み付け包絡逆正規化部15が出力した「MDCT係数列」を時間領域に変換してフレーム単位の音声音響デジタル信号を得る(ステップS16)。

【0112】

ステップS13、S14、S16の各処理は従来の処理であるから詳細な説明を省略したが、例えば、上記各非特許文献や参考文献2などに詳しい。(参考文献2)守谷健弘著、「音声符号化」、社団法人電子情報通信学会、1998。

【0113】

実施形態から明らかなように、パワースペクトル包絡の形状を参考にサンプル列を並べ替えたものを符号化することによって、効率の高い符号化ができる(すなわち平均符号長を小さくできる)。また、サンプル列の並べ替えによって局所領域ごとに同等か同程度の指標を有するサンプルが集中するので、可変長符号化の効率化だけでなく、量子化歪の軽減や符号量の削減が可能となっている。

40

【0114】

<符号化装置/復号装置のハードウェア構成例>

上述の実施形態に関わる符号化装置/復号装置は、キーボードなどが接続可能な入力部、液晶ディスプレイなどが接続可能な出力部、CPU(Central Processing Unit)〔キャッシュメモリなどを備えていてもよい。〕、メモリであるRAM(Random Access Memory)やROM(Read Only Memory)と、ハードディスクである外部記憶装置、並びにこれ

50

らの入力部、出力部、CPU、RAM、ROM、外部記憶装置間のデータのやり取りが可能ないように接続するバスなどを備えている。また必要に応じて、符号化装置/復号装置に、CD-ROMなどの記憶媒体を読み書きできる装置(ドライブ)などを設けるとしてもよい。

【0115】

符号化装置/復号装置の外部記憶装置には、符号化/復号を実行するためのプログラム並びにこのプログラムの処理において必要となるデータなどが記憶されている〔外部記憶装置に限らず、例えばプログラムを読み出し専用記憶装置であるROMに記憶させておくなどでもよい。〕。また、これらのプログラムの処理によって得られるデータなどは、RAMや外部記憶装置などに適宜に記憶される。以下、データやその格納領域のアドレスなどを記憶する記憶装置を単に「記憶部」と呼ぶことにする。

10

【0116】

符号化装置の記憶部には、音声音響信号に由来する周波数領域のサンプル列の並べ替えを行うためのプログラム、並べ替えで得られたサンプル列の符号化のためのプログラムなどが記憶されている。

【0117】

復号装置の記憶部には、入力された符号列を復号するためのプログラム、復号で得られたサンプル列を符号化装置で並べ替えが行われる前のサンプル列に回復するためのプログラムなどが記憶されている。

【0118】

符号化装置では、記憶部に記憶された各プログラムとこの各プログラムの処理に必要なデータが必要に応じてRAMに読み込まれて、CPUで解釈実行・処理される。この結果、CPUが所定の機能(並べ替え部、符号化部)を実現することで符号化が実現される。

20

【0119】

復号装置では、記憶部に記憶された各プログラムとこの各プログラムの処理に必要なデータが必要に応じてRAMに読み込まれて、CPUで解釈実行・処理される。この結果、CPUが所定の機能(復号部、回復部)を実現することで符号化が実現される。

【0120】

<補記>

本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能である。また、上記実施形態において説明した処理は、記載の順に従って時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的あるいは個別に実行されるときもよい。

30

【0121】

また、上記実施形態において説明したハードウェアエンティティ(符号化装置/復号装置)における処理機能をコンピュータによって実現する場合、ハードウェアエンティティが有すべき機能の処理内容はプログラムによって記述される。そして、このプログラムをコンピュータで実行することにより、上記ハードウェアエンティティにおける処理機能がコンピュータ上で実現される。

【0122】

この処理内容を記述したプログラムは、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録しておくことができる。コンピュータで読み取り可能な記録媒体としては、例えば、磁気記録装置、光ディスク、光磁気記録媒体、半導体メモリ等のようなものでもよい。具体的には、例えば、磁気記録装置として、ハードディスク装置、フレキシブルディスク、磁気テープ等を、光ディスクとして、DVD(Digital Versatile Disc)、DVD-RAM(Random Access Memory)、CD-ROM(Compact Disc Read Only Memory)、CD-R(Recordable)/RW(ReWritable)等を、光磁気記録媒体として、MO(Magneto-Optical disc)等を、半導体メモリとしてEEPROM(Electronically Erasable and Programmable-Read Only Memory)等を用いることができる。

40

【0123】

50

また、このプログラムの流通は、例えば、そのプログラムを記録したDVD、CD-ROM等の可搬型記録媒体を販売、譲渡、貸与等することによって行う。さらに、このプログラムをサーバコンピュータの記憶装置に格納しておき、ネットワークを介して、サーバコンピュータから他のコンピュータにそのプログラムを転送することにより、このプログラムを流通させる構成としてもよい。

【0124】

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

10

20

【0125】

また、この形態では、コンピュータ上で所定のプログラムを実行させることにより、ハードウェアエンティティを構成することとしたが、これらの処理内容の少なくとも一部をハードウェア的に実現することとしてもよい。

【図1】

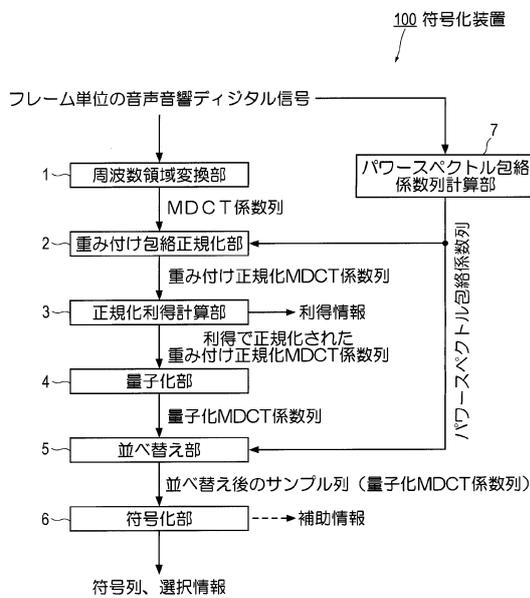


図1

【図2】

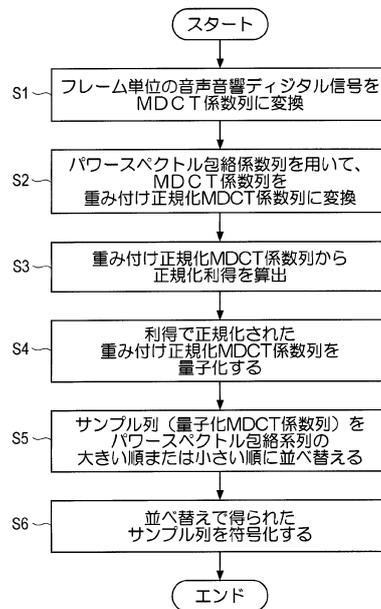


図2

【 図 3 】

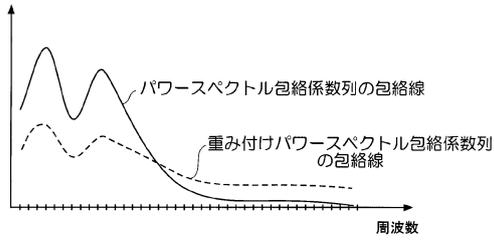


図3

【 図 4 】

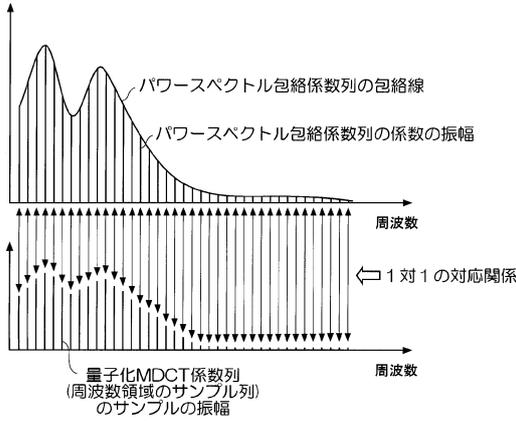


図4

【 図 5 】

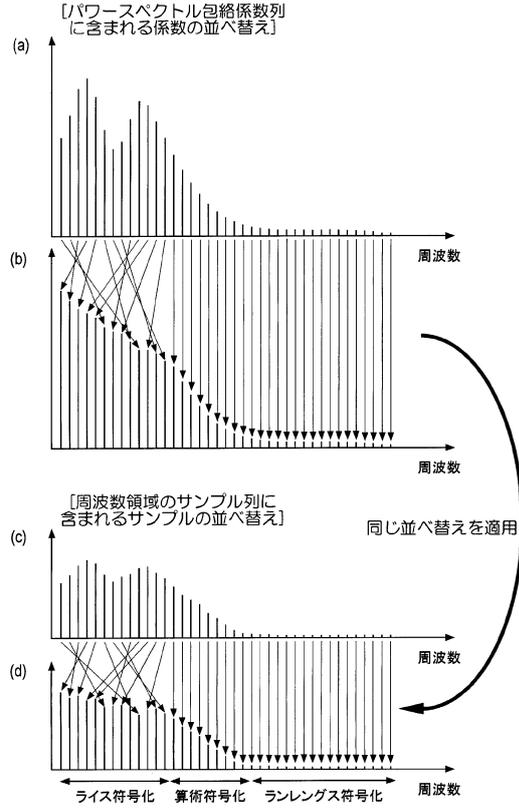


図5

【 図 6 】

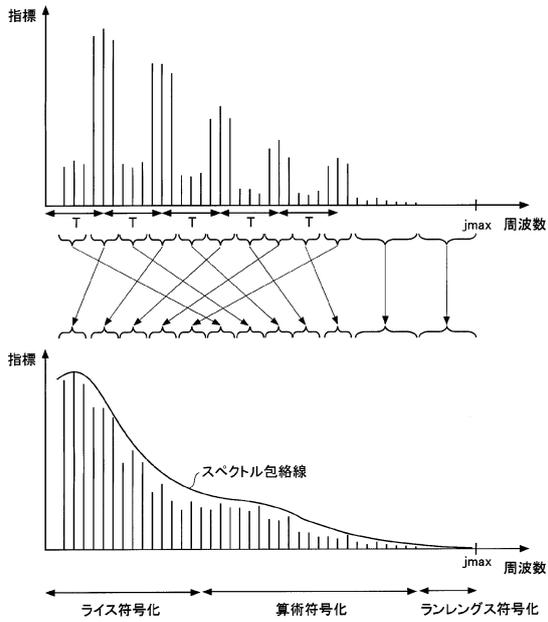


図6

【 図 7 】

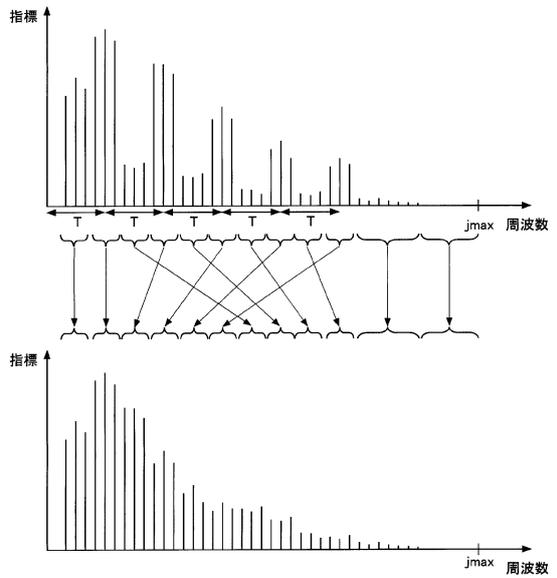
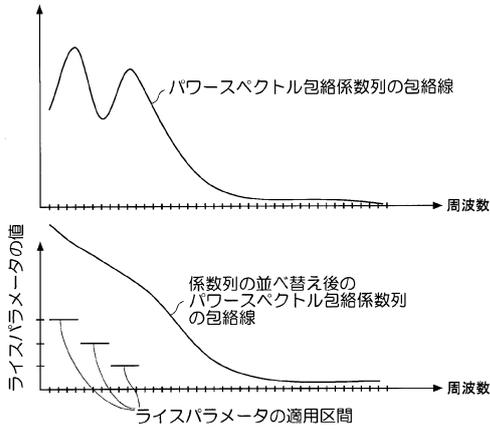
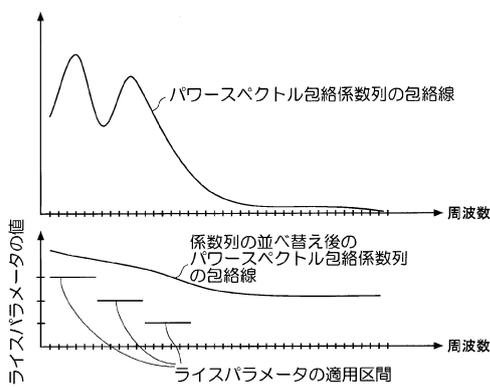


図7

【図 8】



【図 9】



【図 11】

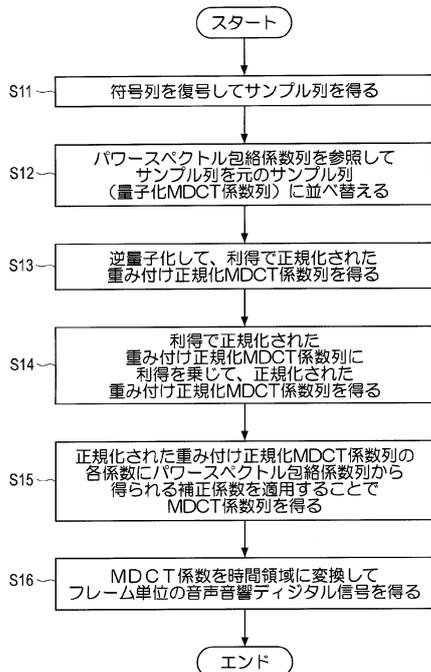


図11

【図 10】

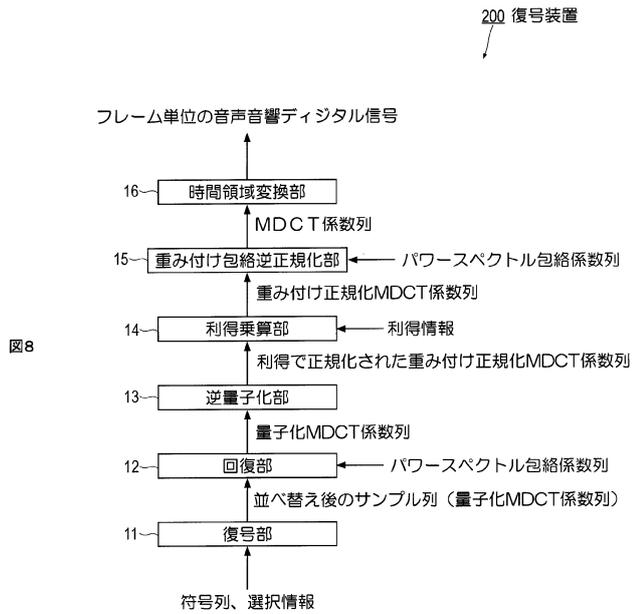


図8

図9

図10

---

フロントページの続き

- (72)発明者 原田 登  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 日和 崎 祐介  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 鎌本 優  
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 千本 潤介

- (56)参考文献 特開平09-106299(JP,A)  
特開平10-276095(JP,A)  
国際公開第2012/046685(WO,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G10L 19/032  
G10L 19/02