

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5215994号
(P5215994)

(45) 発行日 平成25年6月19日 (2013. 6. 19)

(24) 登録日 平成25年3月8日 (2013. 3. 8)

(51) Int. Cl.

F I

G 1 0 L 19/00 (2013. 01)

G 1 0 L 19/00 4 0 0 A

G 1 0 L 19/18 (2013. 01)

G 1 0 L 19/02 1 5 0

G 1 0 L 19/02 (2013. 01)

請求項の数 16 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2009-508302 (P2009-508302)
 (86) (22) 出願日 平成19年4月18日 (2007. 4. 18)
 (65) 公表番号 特表2009-536364 (P2009-536364A)
 (43) 公表日 平成21年10月8日 (2009. 10. 8)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2007/053784
 (87) 国際公開番号 W02007/128662
 (87) 国際公開日 平成19年11月15日 (2007. 11. 15)
 審査請求日 平成22年4月19日 (2010. 4. 19)
 (31) 優先権主張番号 06113596.8
 (32) 優先日 平成18年5月5日 (2006. 5. 5)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 501263810
 トムソン ライセンシング
 Thomson Licensing
 フランス国, 92130 イッシー レ
 ムーリノー, ル ジヤンヌ ダルク,
 1-5
 1-5, rue Jeanne d' A
 rc, 92130 ISSY LES
 MOULINEAUX, France
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100091214
 弁理士 大貫 進介
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 損失エンコードされたデータ列および無損失拡張データ列を用いた、原信号の無損失エンコードのための方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

原信号の無損失エンコードのための方法であって、損失エンコードされたデータ列および無損失拡張データ列を使用し、前記損失エンコードされたデータ列および前記無損失拡張データ列の両者が、前記原信号のための無損失エンコードされたデータ列を形成するところの方法であって：

前記原信号を損失エンコードするステップであって、前記損失エンコードは、前記損失エンコードされたデータ列を提供するところのステップ、

前記損失エンコードされたデータ列の量子化された係数と、対応する未だ量子化されていない前記損失エンコードから受け取られる係数とから、スペクトル白色化データを算出するステップであって、前記スペクトル白色化データは、オリジナル係数のより正確な量子化を表しており、量子化されたエラーのパワーが全ての周波数で略一定であるように、前記算出することが制御されるところのステップ；

前記スペクトル白色化データを使用して、前記損失エンコードされたデータを損失デコードするステップであって、デコードされた信号を再構築するところのステップ；

対応づけのために前記原信号を遅延させたバージョンと、前記デコードされた信号との差分信号を形成するステップ；

前記無損失拡張データ列を提供するために、前記差分信号を無損失エンコードするステップ；

前記無損失エンコードされたデータ列を形成するために、前記無損失拡張データ列と前

記損失エンコードされたデータ列および前記スペクトル白色化データとを結合するステップ；

を有する方法。

【請求項 2】

原信号の無損失エンコードのための方法であって、損失エンコードされたデータ列および無損失拡張データ列を使用し、前記損失エンコードされたデータ列および前記無損失拡張データ列の両者が、前記原信号のための無損失エンコードされたデータ列を形成するところの方法であって；

前記原信号を損失エンコードするステップであって、前記損失エンコードは、前記損失エンコードされたデータ列を提供するところのステップ、

10

前記損失エンコードされたデータ列の量子化された係数と、対応する未だ量子化されていない前記損失エンコードから受け取られる係数とから、スペクトル白色化データを算出するステップであって、前記スペクトル白色化データは、オリジナル係数のより正確な量子化を表しており、量子化されたエラーのパワーが全ての周波数で略一定であるように、前記算出することが制御されるところのステップ；

前記スペクトル白色化データを使用して、前記損失エンコードされたデータを損失デコードするステップであって、デコードされた信号を再構築し、かつ時間領域予測フィルタの制御のために副次的情報を提供するところのステップ；

対応づけのために前記原信号を遅延させたバージョンと、前記デコードされた信号との差分信号を形成するステップ；

20

時間領域において前記差分信号の連続的な値を無相関化するように、前記副次的情報から得られるフィルタ係数を使用して前記差分信号に予測フィルタをかけるステップ；

前記無損失拡張データ列を提供するために、無相関化された差分信号を無損失エンコードするステップ；

前記無損失エンコードされたデータ列を形成するために、前記無損失拡張データ列と前記損失エンコードされたデータ列および前記スペクトル白色化データとを結合するステップ；

を有する方法。

【請求項 3】

無損失エンコードされた原信号データ列をデコードするための方法であって、該データ列は、損失エンコードされたデータ列および無損失拡張データ列から得られ、前記損失エンコードされたデータ列および前記無損失拡張データ列の両者が、前記原信号のための無損失エンコードされたデータ列を形成しており、

30

前記原信号は損失エンコードされており、前記損失エンコードは前記損失エンコードされたデータ列を提供しており；

スペクトル白色化データは、前記損失エンコードされたデータ列の量子化された係数と、対応する未だ量子化されていない前記損失エンコードから受け取られる係数とから、算出され、前記スペクトル白色化データは、オリジナル係数のより正確な量子化を表しており、量子化されたエラーのパワーが全ての周波数で略一定であるように、前記算出することが制御されており；

40

前記スペクトル白色化データを使用して、前記損失エンコードされたデータは、損失デコードされ、デコードされた信号が再構築されており；

対応づけのために前記原信号を遅延させたバージョンと、前記デコードされた信号との差分信号が形成されており；

前記無損失拡張データ列を提供するために、前記差分信号が無損失エンコードされており；

前記無損失エンコードされたデータ列を形成するために、前記無損失拡張データ列が、前記損失エンコードされたデータ列および前記スペクトル白色化データと結合されているところの方法であって；

前記無損失拡張データ列および前記損失エンコードされたデータ列を提供するために、

50

前記無損失エンコードされた原信号データ列をデマルチプレクスするステップ；

前記スペクトル白色化データを使用して、前記損失エンコードされたデータ列を損失デコードするステップであって、損失デコードされた信号を再構築するところのステップ；

前記差分信号を提供するために、前記無損失拡張データ列をデコードするステップ；

前記原信号を再構築するために、前記差分信号と前記損失デコードされた信号とを結合するステップ；

を有する方法。

【請求項 4】

無損失エンコードされた原信号データ列をデコードするための方法であって、該データ列は、損失エンコードされたデータ列および無損失拡張データ列から得られ、前記損失エンコードされたデータ列および前記無損失拡張データ列の両者が、前記原信号のための無損失エンコードされたデータ列を形成しており、

前記原信号は損失エンコードされており、前記損失エンコードは前記損失エンコードされたデータ列を提供しており；

スペクトル白色化データは、前記損失エンコードされたデータ列の量子化された係数と、対応する未だ量子化されていない前記損失エンコードから受け取られる係数とから、算出され、前記スペクトル白色化データは、オリジナル係数のより正確な量子化を表しており、量子化されたエラーのパワーが全ての周波数で略一定であるように、前記算出することが制御されており；

前記スペクトル白色化データを使用して、前記損失エンコードされたデータは、損失デコードされ、デコードされた信号を再構築し、時間領域予測フィルタ制御のための副次的情報が提供されており；

対応づけのために前記原信号を遅延させたバージョンと、前記デコードされた信号との差分信号が形成されており；

時間領域において前記差分信号の連続的な値を無相関化するように、前記副次的情報から得られるフィルタ係数を使用して前記差分信号は、予測フィルタをかけられており；

前記無損失拡張データ列を提供するために、無相関化された差分信号が無損失エンコードされており；

前記無損失エンコードされたデータ列を形成するために、前記無損失拡張データ列が、前記損失エンコードされたデータ列および前記スペクトル白色化データと結合されているところの方法であって；

前記無損失拡張データ列および前記損失エンコードされたデータ列を提供するために、前記無損失エンコードされた原信号データ列をデマルチプレクスするステップ；

前記スペクトル白色化データを使用して、前記損失エンコードされたデータ列を損失デコードするステップであって、損失デコードされた信号を再構築し時間領域予測フィルタ制御のために前記副次的情報を提供するところのステップ；

前記差分信号を提供するために、前記無損失拡張データ列をデコードするステップ；

前記副次的情報から得られるフィルタ係数を使用して、前記無相関化された差分信号の連続的な値を、逆無相関化フィルタリングするステップ；

前記原信号を再構築するために、前記逆無相関化フィルタリングされた差分信号と前記損失デコードされた信号とを結合するステップ；

を有する方法。

【請求項 5】

請求項 2 または 4 に記載の方法であって、

前記副次的情報から予測フィルタ設定データが導き出されかつ前記無損失エンコードされたデータ列に含まれるか、または、副次的情報予測フィルタ設定データが前記無損失エンコードされたデータ列から引き出され前記フィルタ係数を生成するために使用される方法。

【請求項 6】

請求項 2、4、および 5 のいずれか 1 項に記載の方法であって、予測の残余の標準偏差

10

20

30

40

50

が、それぞれ、前記無損失エンコードをパラメタライズするために、または、前記無損失デコードを制御するために、使用される方法。

【請求項 7】

請求項 1 または 3 に記載の方法であって、損失デコードからの副次的情報が、それぞれ、前記無損失エンコード、または前記無損失デコード、の制御に使用される方法。

【請求項 8】

請求項 3 または 4 に記載の方法であって、

前記無損失拡張データ列は評価されず、中間の品質を有し前記原信号の品質より低い出力信号をデコードするために、前記スペクトル白色化データが前記損失エンコードされたデータ列と共に使用される方法。

【請求項 9】

原信号の無損失エンコードのための装置であって、損失エンコードされたデータ列および無損失拡張データ列を使用し、前記損失エンコードされたデータ列および前記無損失拡張データ列の両者が、前記原信号のための無損失エンコードされたデータ列を形成するところの装置であって：

前記原信号を損失エンコードする手段であって、前記損失エンコードは、前記損失エンコードされたデータ列を提供するところの手段、

前記損失エンコードされたデータ列の量子化された係数と、対応する未だ量子化されていない前記損失エンコードから受け取られる係数とから、スペクトル白色化データを算出する手段であって、前記スペクトル白色化データは、オリジナル係数のより正確な量子化を表しており、量子化されたエラーのパワーが全ての周波数で略一定であるように、前記算出することが制御されるところの手段；

前記スペクトル白色化データを使用して、前記損失エンコードされたデータを損失デコードする手段であって、デコードされた信号を再構築するところの手段；

対応づけのために前記原信号を遅延させたバージョンと、前記デコードされた信号との差分信号を形成する手段；

前記無損失拡張データ列を提供するために、前記差分信号を無損失エンコードする手段；

前記無損失エンコードされたデータ列を形成するために、前記無損失拡張データ列と前記損失エンコードされたデータ列および前記スペクトル白色化データとを結合する手段；

を有する装置。

【請求項 10】

原信号の無損失エンコードのための装置であって、損失エンコードされたデータ列および無損失拡張データ列を使用し、前記損失エンコードされたデータ列および前記無損失拡張データ列の両者が、前記原信号のための無損失エンコードされたデータ列を形成するところの装置であって：

前記原信号を損失エンコードする手段であって、前記損失エンコードは、前記損失エンコードされたデータ列を提供するところの手段、

前記損失エンコードされたデータ列の量子化された係数と、対応する未だ量子化されていない前記損失エンコードから受け取られる係数とから、スペクトル白色化データを算出する手段であって、前記スペクトル白色化データは、オリジナル係数のより正確な量子化を表しており、量子化されたエラーのパワーが全ての周波数で略一定であるように、前記算出することが制御されるところの手段；

前記スペクトル白色化データを使用して、前記損失エンコードされたデータを損失デコードする手段であって、デコードされた信号を再構築し、および時間領域予測フィルタの制御のために副次的情報を提供するところの手段；

対応づけのために前記原信号を遅延させたバージョンと、前記デコードされた信号との差分信号を形成する手段；

時間領域において前記差分信号の連続的な値を無相関化するように、前記副次的情報から得られるフィルタ係数を使用して前記差分信号に予測フィルタをかける手段；

10

20

30

40

50

前記無損失拡張データ列を提供するために、無相関化された差分信号を無損失エンコードする手段；

前記無損失エンコードされたデータ列を形成するために、前記無損失拡張データ列と前記損失エンコードされたデータ列および前記スペクトル白色化データとを結合する手段；
を有する装置。

【請求項 1 1】

無損失エンコードされた原信号データ列をデコードするための装置であって、該データ列は、損失エンコードされたデータ列および無損失拡張データ列から得られ、前記損失エンコードされたデータ列および前記無損失拡張データ列の両者が、前記原信号のための無損失エンコードされたデータ列を形成しており、

10

前記原信号は損失エンコードされており、前記損失エンコードは前記損失エンコードされたデータ列を提供しており；

スペクトル白色化データは、前記損失エンコードされたデータ列の量子化された係数と、対応する未だ量子化されていない前記損失エンコードから受け取られる係数とから、算出され、前記スペクトル白色化データは、オリジナル係数のより正確な量子化を表しており、量子化されたエラーのパワーが全ての周波数で略一定であるように、前記算出することが制御されており；

前記スペクトル白色化データを使用して、前記損失エンコードされたデータは、損失デコードされ、デコードされた信号が再構築されており；

対応づけるために前記原信号を遅延させたバージョンと、前記デコードされた信号との差分信号が形成されており；

20

前記無損失拡張データ列を提供するために、前記差分信号が無損失エンコードされており；

前記無損失エンコードされたデータ列を形成するために、前記無損失拡張データ列が、前記損失エンコードされたデータ列および前記スペクトル白色化データと結合されているところの装置であって；

前記無損失拡張データ列および前記損失エンコードされたデータ列を提供するために、前記無損失エンコードされた原信号データ列をデマルチプレクスする手段；

前記スペクトル白色化データを使用して、前記損失エンコードされたデータ列を損失デコードする手段であって、損失デコードされた信号を再構築するところの手段；

30

前記差分信号を提供するために、前記無損失拡張データ列をデコードする手段；

前記原信号を再構築するために、前記差分信号と前記損失デコードされた信号とを結合する手段；

を有する装置。

【請求項 1 2】

無損失エンコードされた原信号データ列をデコードするための装置であって、該データ列は、損失エンコードされたデータ列および無損失拡張データ列から得られ、前記損失エンコードされたデータ列および前記無損失拡張データ列の両者が、前記原信号のための無損失エンコードされたデータ列を形成しており、

前記原信号は損失エンコードされており、前記損失エンコードは前記損失エンコードされたデータ列を提供しており；

40

スペクトル白色化データは、前記損失エンコードされたデータ列の量子化された係数と、対応する未だ量子化されていない前記損失エンコードから受け取られる係数とから、算出され、前記スペクトル白色化データは、オリジナル係数のより正確な量子化を表しており、量子化されたエラーのパワーが全ての周波数で略一定であるように、前記算出することが制御されており；

前記スペクトル白色化データを使用して、前記損失エンコードされたデータは、損失デコードされ、デコードされた信号を再構築し、時間領域予測フィルタ制御のための副次的情報が提供されており；

対応づけるために前記原信号を遅延させたバージョンと、前記デコードされた信号との

50

差分信号が形成されており；

時間領域において前記差分信号の連続的な値を無相関化するように、前記副次的情報から得られるフィルタ係数を使用して前記差分信号は、予測フィルタをかけられており；

前記無損失拡張データ列を提供するために、無相関化された差分信号が無損失エンコードされており；

前記無損失エンコードされたデータ列を形成するために、前記無損失拡張データ列が、前記損失エンコードされたデータ列および前記スペクトル白色化データと結合されているところの装置であって；

前記無損失拡張データ列および前記損失エンコードされたデータ列を提供するために、前記無損失エンコードされた原信号データ列をデマルチプレクスする手段；

前記スペクトル白色化データを使用して、前記損失エンコードされたデータ列を損失デコードする手段であって、損失デコードされた信号を再構築し時間領域予測フィルタ制御のために前記副次的情報を提供するところの手段；

前記差分信号を提供するために、前記無損失拡張データ列をデコードする手段；

前記副次的情報から得られるフィルタ係数を使用して、前記無相関化された差分信号の連続的な値を、逆無相関化フィルタリングする手段；

前記原信号を再構築するために、前記逆無相関化フィルタリングされた差分信号と前記損失デコードされた信号とを結合する手段；

を有する装置。

【請求項 13】

請求項 10 または 12 に記載の装置であって、

前記副次的情報から予測フィルタ設定データが導き出されかつ前記無損失エンコードされたデータ列に含まれるか、または、副次的情報予測フィルタ設定データが前記無損失エンコードされたデータ列から引き出され前記予測フィルタ係数を生成するために使用される装置。

【請求項 14】

請求項 10、12、および 13 のいずれか 1 項に記載の装置であって、予測の残余の標準偏差が、それぞれ、前記無損失エンコードをパラメタライズするために、または、前記無損失デコードを制御するために、使用される装置。

【請求項 15】

請求項 9 または 11 に記載の装置であって、損失デコーダからの副次的情報が、それぞれ、前記無損失エンコード、または前記無損失デコード、の制御に使用される装置。

【請求項 16】

請求項 11 または 12 に記載の装置であって、

前記無損失拡張データ列は評価されず、中間の品質を有し前記原信号の品質より低い出力信号をデコードするために、前記スペクトル白色化データが前記損失エンコードされたデータ列と共に使用される装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、損失 (lossy) エンコードされたデータ列および無損失拡張データ列を用いた原信号の無損失 (lossless) エンコードのための方法および装置に関する。これら二つのデータ列により原信号に対して無損失エンコードされたデータ列を形成する。

【背景技術】

【0002】

無損失 (lossless) 圧縮アルゴリズムは、損失 (lossy) オーディオコーディング技法 (MP3、AAC その他) とは対照的に、データレートを減らすために、オリジナルオーディオ信号の冗長性のみを利用する。従来技術の損失のあるオーディオコーデックの音響心理学的なモデルによって特定されるような不適合 (irrelevanc

10

20

30

40

50

es)に依存することは可能でない。したがって、全ての無損失オーディオのコード化の共通技術原理は、無相関化のためのフィルタまたは変換を適用することである(例えば予測フィルタまたは周波数変換)。このようにして、無損失方式で信号をコード化する。エンコードされたビット列は、変換またはフィルタのパラメータを有し、無損失信号に変換されたものとなる。

【0003】

下記、非特許文献1ないし3を参照いただきたい。

【非特許文献1】J. Makhoul, "Linear prediction: A tutorial review", Proceedings of the IEEE, Vol. 63, pp. 561-580, 1975

10

【非特許文献2】T. Painter, A. Spanias, "Perceptual coding of digital audio", Proceedings of the IEEE, Vol. 88, No. 4, pp. 451-513, 2000

【非特許文献3】M. Hans, R. W. Schaffer, "Lossless compression of digital audio", IEEE Signal Processing Magazine, July 2001, pp. 21-32

【0004】

図8および図9に、損失ベースの無損失エンコードの基本原則を示す。PCMオーディオ入力信号 S_{PCM} は、図8の左側上のエンコードしている要素すなわち損失エンコード81において、損失ビット列として通過し、損失デコーダ82に、加えて、デコード要素(右側)の損失デコーダ85に入力される。損失エンコードおよびデコードは、信号を無相関化するために用いる。デコーダ82の出力信号は減算器83によって入力信号 S_{PCM} から差し引かれる。そして、結果として生じる差分信号が無損失エンコード84を通過し、これを拡張ビット列と呼び、これが無損失デコーダ87に入力される。デコーダ85および87の出力信号は、原信号 S_{PCM} を再現するために、86で結合される。このような、基本的な技術は、オーディオコーディングに関する下記特許文献1、特許文献2、非特許文献4および非特許文献5に開示されている。

20

【特許文献1】欧州特許第0756386号明細書

30

【特許文献2】米国特許第6498811号明細書

【非特許文献4】P. Craven, M. Gerzon, "Lossless Coding for Audio Discs", J. Audio Eng. Soc, Vol. 44, No. 9, September 1997

【非特許文献5】J. Roller, Th. Sporer, K. H. Brandenburg, "Robust Coding of High Quality Audio Signals", AES 103rd Convention, Preprint 4621, August 1997

【0005】

図9の損失エンコードにおいて、PCMオーディオ入力信号 S_{PCM} は分析フィルタバンク91を通過する、そして、サブバンド・サンプルの量子化92を通り、エンコードおよびビット列に対するパッキング93に入力される。量子化は、 S_{PCM} からの信号を受け取る知覚モデル計算機94および分析フィルタバンク91からの対応する情報によって制御される。デコーダ側では、エンコードされた損失のあるビット列が、ビット列のパッキングのために手段95に入力され、サブバンド・サンプルのデコードのための手段96に入力され、そして、デコード損失のあるPCM信号 S_{Dec} を出力する合成フィルタバンク97に入力される。損失エンコードおよびデコードのための実例は、ISO/IEC 11172-3(MPEG-I Audio)標準に詳述されている。

40

【0006】

従来の技術において、無損失オーディオエンコードは、以下の3つの基本的な信号処理

50

概念のうちの１つに基づいてなされる：

- a) 時間領域での線形予測技術を使用した無相関化；
- b) 可逆的整数分析合成フィルタバンクを使用した周波数領域での無損失エンコード；
- c) 損失ベースのコーデックで残余（エラー信号）に無損失エンコードを施すもの。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

発明が解決しようとする課題は、階層的な無損失オーディオエンコードおよびデコードを提供することである。本発明は、組込形の損失オーディオコーデックの上に構築される。そして、従来技術の損失ベースの無損失オーディオコーディング体系と比較して、より良好な効率（すなわち圧縮比）を提供する。この課題は、請求項１ないし３および７ないし９において開示される方法によって解決される。これらの方法を利用する装置は、それぞれ、請求項４～６および１０～１２において開示される。

10

【課題を解決するための手段】

【０００８】

本発明は、損失エンコードに加えて、数学的に無損失エンコードおよびデコードを使用する。数学的に無損失オーディオ圧縮は、デコーダ出力でオリジナルPCMサンプルのビット毎の正確な再生を可能とするオーディオエンコードを意味する。一部の実施例のために、損失エンコードが変換領域において作動すると仮定される。そして、例えばMDCT（修正離散コサイン変換）または類似したフィルタバンクのような周波数変換を使用する。例えば、本明細書の全体にわたって、MP3標準（ISO/IEC 11172-3 第３レイヤー）が、損失エンコードをベースとしたレイヤーに対して利用される。しかし、本発明は、同様の方法で他の損失のあるコード体系（例えばAAC、MPEG-4 Audio）と共に適用することができる。

20

【０００９】

エンコードされたビット列は、以下の２つの要素を備えている。すなわち、損失のあるオーディオコーデックに基づく埋め込みビット列、および無損失（すなわちビット正確な）オリジナルPCMサンプルか中間の特性を得る１またはいくつかの付加的なレイヤーのための拡張データである。

【００１０】

30

本発明は、コンセプトとして上記に列挙した概念のバージョンc)に基づく。しかしながら、発明の実施例は、a)およびb)の概念における特徴をも利用する。すなわち従来技術の無損失・オーディオコーディングの幾つかの技術の相乗的組み合わせも利用する。

【００１１】

本発明は、周波数領域での無相関化、時間領域での無相関化またはこれらの組合せを使用する。これによって、差分信号（エラー信号）に対して、ベース-レイヤーで損失のあるオーディオコーデックの効率的な無損失エンコードを達成することができる。本発明で提案されている無相関化技術は、損失デコーダから得られる副次的情報を利用する。このことにより、ビット列の冗長的な情報の伝送は抑止され、全体の圧縮比は改善される。

【００１２】

40

改良された圧縮比の他に、本発明の一部の実施例は、１またはいくつかの中間の特性のオーディオ信号を提供する（損失のあるコーデックおよび数学的に無損失品質によって得られる中間の品質）。さらにまた、本発明は、単純なビット・ドロッピング技術を使用して埋め込まれている損失ビット列のストリッピングを許容する。

【００１３】

本発明の３つの基本的な実施例は、すなわち、損失のあるベースレイヤーコーデックの差分信号の無相関化において、それぞれ領域を異にしている：すなわち、時間領域におけるもの、周波数領域におけるもの、そして調整された方式による両方の領域におけるものである。先行技術とは対照的に、全ての実施例は、損失のあるベース-レイヤー・コーデックのデコーダからの情報を、無相関化および無損失エンコードの制御に利用する。いく

50

つかの実施例は、加えて、損失ベース・レイヤー・コーデックのエンコーダから、情報を使用する。損失ベース・レイヤー・コーデックからの副次的情報の利用は、総ビット列の重複を排除する。したがって、損失ベースの無損失・コーデックのコード化の効率を改善する。

【 0 0 1 4 】

全ての実施例において、異なる品質水準を有するオーディオ信号の少なくとも2つの異なる形態は、ビット列から抽出される。これらの異型は、損失のある・コーディング体系によって表される埋め込み信号と、オリジナルPCMサンプルの無損失デコードとを含む。一部の実施例においては（周波数領域の無相関化並びに周波数および時間領域の無相関化を参照）、一つまたはいくつかの形態として、中間の特性を有するオーディオ信号をデコードすることが可能である。

10

（１）原則として、本願発明のエンコード方法は、

原信号（ S_{PCM} ）の無損失エンコードのための方法であって、損失エンコードされたデータ列および無損失拡張データ列を使用し、前記損失エンコードされたデータ列および前記無損失拡張データ列の両者が、前記原信号のための無損失エンコードされたデータ列を形成するところの方法であって：

・以下のステップを含む：

前記原信号を損失エンコードするステップであって、前記損失エンコードは、前記損失エンコードされたデータ列を提供するところのステップ、

前記損失エンコードされたデータを損失デコードするステップであって、デコードされた信号を再構築して、副次的情報を時間領域予測フィルタ制御のために提供するところのステップ；

20

対応づけるために前記原信号を遅延させたバージョンと、前記デコードされた信号との差分信号を形成するステップ；

前記差分信号の連続的な値を時間領域において無相関化するように、前記副次的情報から得られるフィルタ係数を使用して、前記差分信号を予測フィルタリングするステップ；

前記無損失拡張データ列を提供するために、無相関化された差分信号を無損失エンコードするステップ；

前記無損失エンコードされたデータ列を形成するために、前記無損失拡張データ列と前記損失エンコードされたデータ列とを結合するステップ；

30

・または、以下のステップを含む：

前記原信号を損失エンコードするステップであって、前記損失エンコードは、前記損失エンコードされたデータ列を提供するところのステップ、

前記損失エンコードされたデータ列の量子化された係数と、対応する未だ量子化されていない前記損失エンコードから受け取られる係数とから、スペクトル白色化データを算出するステップであって、前記スペクトル白色化データは、オリジナル係数のより正確な量子化を表しており、量子化されたエラーのパワーが全ての周波数で略一定であるように、前記算出することが制御されるところのステップ；

前記スペクトル白色化データを使用して、前記損失エンコードされたデータを損失デコードするステップであって、デコードされた信号を再構築するところのステップ；

40

対応づけるために前記原信号（ S_{PCM} ）を遅延させたバージョンと、前記デコードされた信号との差分信号を形成するステップ；

前記無損失拡張データ列を提供するために、前記差分信号を無損失エンコードするステップ；

前記無損失エンコードされたデータ列を形成するために、前記無損失拡張データ列と前記損失エンコードされたデータ列および前記スペクトル白色化データとを結合するステップ；

・または、以下のステップを含む：

前記原信号を損失エンコードするステップであって、前記損失エンコードは、前記損失エンコードされたデータ列を提供するところのステップ、

50

前記損失エンコードされたデータ列の量子化された係数と、対応する未だ量子化されていない前記損失エンコードから受け取られる係数とから、スペクトル白色化データを算出するステップであって、前記スペクトル白色化データは、オリジナル係数のより正確な量子化を表しており、量子化されたエラーのパワーが全ての周波数で略一定であるように、前記算出することが制御されるところのステップ；

前記スペクトル白色化データを使用して、前記損失エンコードされたデータを損失デコードするステップであって、デコードされた信号を再構築し、および時間領域予測フィルタの制御のために副次的情報を提供するところのステップ；

対応づけのために前記原信号 (S_{PCM}) を遅延させたバージョンと、前記デコードされた信号との差分信号を形成するステップ；

10

時間領域において前記差分信号の連続的な値を無相関化するように、前記副次的情報から得られるフィルタ係数を使用して前記差分信号に予測フィルタをかけるステップ；

前記無損失拡張データ列を提供するために、無相関化された差分信号を無損失エンコードするステップ；

前記無損失エンコードされたデータ列を形成するために、前記無損失拡張データ列と前記損失エンコードされたデータ列および前記スペクトル白色化データとを結合するステップ；

(2) 原則として、本願発明のデコード方法は、

・無損失エンコードされた原信号 (S_{PCM}) データ列をデコードするための方法であって、該データ列は、損失エンコードされたデータ列および無損失拡張データ列から得られ、前記損失エンコードされたデータ列および前記無損失拡張データ列の両者が、前記原信号のための無損失エンコードされたデータ列を形成しており、

20

前記原信号は損失エンコードされており、前記損失エンコードは前記損失エンコードされたデータ列を提供しており；

前記損失エンコードされたデータは、対応して損失デコードされており、時間領域予測フィルタ制御のために、再構築し標準デコードされた信号 (S_{DEC}) および副次的情報が提供されており；

対応づけのために前記原信号を遅延させたバージョンと、前記デコードされた信号との差分信号が形成されており；

時間領域において、前記差分信号の連続的な値を無相関化するように、前記差分信号は、前記副次的情報から得られたフィルタ係数を使用して、予測フィルタをかけられており；

30

前記無損失拡張データ列を提供するために、無相関化された差分信号は、無損失エンコードされており；

前記無損失エンコードされたデータ列を形成するために、前記無損失拡張データ列は、前記損失エンコードされたデータ列と結合されているところの方法であって；

前記無損失拡張データ列および前記損失エンコードされたデータ列を提供するために、前記無損失エンコードされた原信号データ列をデマルチプレクスするステップ；

前記損失エンコードされたデータ列を損失デコードするステップであって、損失デコードされた信号を再構築して、前記副次的情報を時間領域予測フィルタ制御のために提供するところのステップ；

40

前記無相関化された差分信号を提供するために、前記無損失拡張データ列をデコードするステップ；

前記副次的情報から得られるフィルタ係数を使用して、前記無相関化された差分信号の連続的な値を、逆無相関化フィルタリングするステップ；

前記原信号 (S_{PCM}) を再構築するために、前記逆無相関化フィルタ処理された差分信号と前記損失デコードされた信号とを結合するステップ；

を有する方法、

・または、

前記原信号は損失エンコードされており、前記損失エンコードは前記損失エンコードさ

50

れたデータ列を提供しており；

スペクトル白色化データは、前記損失エンコードされたデータ列の量子化された係数と、対応する未だ量子化されていない前記損失エンコードから受け取られる係数とから、算出され、前記スペクトル白色化データは、オリジナル係数のより正確な量子化を表しており、量子化されたエラーのパワーが全ての周波数で略一定であるように、前記算出することが制御されており；

前記スペクトル白色化データを使用して、前記損失エンコードされたデータは、損失デコードされ、デコードされた信号が再構築されており；

対応づけのために前記原信号 (S_{PCM}) を遅延させたバージョンと、前記デコードされた信号との差分信号が形成されており；

10

前記無損失拡張データ列を提供するために、前記差分信号が無損失エンコードされており；

前記無損失エンコードされたデータ列を形成するために、前記無損失拡張データ列が、前記損失エンコードされたデータ列および前記スペクトル白色化データと結合されているところの方法であって；

前記無損失拡張データ列および前記損失エンコードされたデータ列を提供するために、前記無損失エンコードされた原信号データ列をデマルチプレクスするステップ；

前記スペクトル白色化データを使用して、前記損失エンコードされたデータ列を損失デコードするステップであって、損失デコードされた信号を再構築するところのステップ；

前記差分信号を提供するために、前記無損失拡張データ列をデコードするステップ；

20

前記原信号 (S_{PCM}) を再構築するために、前記差分信号と前記損失デコードされた信号とを結合するステップ；

を有する方法、

・または、

前記原信号は損失エンコードされており、前記損失エンコードは前記損失エンコードされたデータ列を提供しており；

スペクトル白色化データは、前記損失エンコードされたデータ列の量子化された係数と、対応する未だ量子化されていない前記損失エンコードから受け取られる係数とから、算出され、前記スペクトル白色化データは、オリジナル係数のより正確な量子化を表しており、量子化されたエラーのパワーが全ての周波数で略一定であるように、前記算出することが制御されており；

30

前記スペクトル白色化データを使用して、前記損失エンコードされたデータは、損失デコードされ、デコードされた信号を再構築し、時間領域予測フィルタ制御のための副次的情報が提供されており；

対応づけのために前記原信号 (S_{PCM}) を遅延させたバージョンと、前記デコードされた信号との差分信号が形成されており；

時間領域において前記差分信号の連続的な値を無相関化するように、前記副次的情報から得られるフィルタ係数を使用して前記差分信号は、予測フィルタをかけられており；

前記無損失拡張データ列を提供するために、無相関化された差分信号が無損失エンコードされており；

40

前記無損失エンコードされたデータ列を形成するために、前記無損失拡張データ列が、前記損失エンコードされたデータ列および前記スペクトル白色化データと結合されているところの方法であって；

前記無損失拡張データ列および前記損失エンコードされたデータ列を提供するために、前記無損失エンコードされた原信号データ列をデマルチプレクスするステップ；

前記スペクトル白色化データを使用して、前記損失エンコードされたデータ列を損失デコードするステップであって、損失デコードされた信号を再構築し時間領域予測フィルタ制御のために前記副次的情報を提供するところのステップ；

前記差分信号を提供するために、前記無損失拡張データ列をデコードするステップ；

前記副次的情報から得られるフィルタ係数を使用して、前記無相関化された差分信号の

50

連続的な値を、逆無相関化フィルタリングするステップ；

前記原信号（ S_{PCM} ）を再構築するために、前記逆無相関化フィルタ処理された差分信号

と前記損失デコードされた信号とを結合するステップ；

を有する方法、

である。

【0015】

本発明の装置は、対応する方法の発明の機能を実行する。

【0016】

本発明の有利な付加的な実施例は、それぞれの従属クレームにおいて開示される。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

[例示的实施形態]

[時間領域無相関化]

この実施例は、周知の残余信号のエンコード原理を利用する。

【0018】

図1に示すエンコードにおいて、エンコードは、損失エンコ - ダ・ステップすなわちステージ101によって開始される。損失ビット列111が出力され、ブロックMUX109に至る。対応する損失デコード102は、デコードオーディオ信号112および時間領域線形予測フィルタの制御に使われるための副次的情報115を出力する。この副次的情報115は、例えば、損失のあるコーデック101/102の誤差（すなわち差分信号114）のスペクトル包絡線を描く一組のパラメータを含んでいる。すなわち、この誤差は、（損失）デコードオーディオ信号112および適切に遅延されたオリジナルPCMサンプル113間の減算器104において形成される差分信号である。遅延103は、損失エンコ - ダ101および損失デコード102によって生じるいかなるアルゴリズム的遅延をも補償する。副次的情報は、同様に以下の一つ以上を含むことができる：すなわち、ブロックサイズ、窓関数、カットオフ周波数、ビット割当て、である。

20

【0019】

損失デコード102から得られる副次的情報115は、線形予測フィルタ106において適用される最適フィルタ係数の集合118を決定するために、フィルタ適合ブロック105において使われる。（加えて、114の信号も次の場合には使われる場合がある。すなわち、特に損失エンコ - ダ101が部分的なオーディオ信号周波数範囲だけをエンコードするという場合、あるいは、105のステップにおいてフィルタ係数のより正確な決定を容易にする場合である。）予測フィルタリングおよび減算107の目的は、平坦な（すなわち白色）スペクトルを有する無相関化された出力信号120を得るためである。白色信号は完全に無相関化されている。そして、対応する連続的な時間領域でのサンプル値は可能な限り最も低いパワーおよびエントロピーを呈する。このように、より良好な信号の無相関化は、結果として低い平均データレートでもって無損失エンコードに導かれる。周知の損失ベースの無損失手法と比較して、本発明は、非常に良好な無相関化を可能とし、しかも予測フィルタの設定に関する大量の情報転送を必要としない。対応する情報ストリーム116は、損失デコードからの副次的情報115を用いないシステムと比較して、データレートは常に低い。究極的には、デコード側に予測フィルタ係数の適合のために送信される付加情報量116はゼロであってもよい。すなわち、ここで提案している手法のコード化効率は、類似した損失ベースの無損失オーディオエンコード方法のそれより常に良好である。一般に、損失デコードからのいかなる有益な情報（パラメータ、信号その他）も、予測フィルタおよび無損失エンコードの適合性を改善するために利用することができる。

30

40

【0020】

動作する上で、損失デコード102、時間領域線形予測フィルタ106、遅延補償103、減算器104および107およびいかなる補間機能（損失デコードブロック102内

50

で任意に実装される)も、プラットフォームに依存しない方式で実装できる。すなわち、ビット単位で正確に再現性のある結果を提供することを目標とされた全てのプラットフォームにおいて、整数精度を有する固定小数点での実装が必要である。予測誤差信号120は、無損失エンコードブロック108に供給され、エンコードされたビット列121を出力する。有利な点として、予測誤差信号120が無相関化されている(白色)と考えられるため、単純なメモリのないエントロピーコーディング(例えばライスエンコード)が、無損失エンコーダ108として使われてもよい。無損失エンコードは、フィルタ適合ブロック105のフィルタ適合の間に得られる付加的な副次的情報117を、必要に応じて利用してもよい。例えば、差分信号の予測されたパワーが副次的情報117として提供されてもよい。この情報は、従来技術における予測フィルタ適合方法を用いて副次的に取得される。マルチプレクサ109は、部分的なビット列111、116および121を結合し、出力ビット列信号122を形成する。そして、マルチプレクサ109は、出力ビット列122とは別のファイルフォーマットまたはビット列・フォーマットを出力してもよい。「損失デコーダ」という語は、損失エンコードされたビット列の正確なデコード(すなわち損失エンコードの逆演算)を意味する。

【0021】

図2におけるデコードにおいて、入って来る全てのビット列122は、デマルチプレクサ201によってサブビット列に分割される。プラットフォームに依存せずに実装され、デコーダ102と正確に同じ出力を提供する損失デコーダ202は、損失デコード信号218および副次的情報212を生成する。この副次的情報および付加ビット列構成要素210(図1の信号116に対応する)から、対応するエンコードブロック105と全く同様に、フィルタ適がフィルタ適合ブロック203において実行される。デマルチプレクサ201は、同様に無損失デコーダ204に損失のある拡張ビット列211を提供する。この出力は、逆無相関化フィルタに入力される。この逆無相関化フィルタは、加算器205と予測フィルタ206を有する。予測フィルタ206は、ブロック212から提供されるフィルタ係数214によって制御される。このようにして、損失のあるコーデックエラー信号114の正確な複製217が生成される。このエラー信号と、損失デコーダ202からのデコード信号218との加算207は、オリジナルPCMのサンプル S_{PCM} を生成する。フィルタ係数214は、フィルタ係数118と同一である。要素202、204、205、206および207の動作は、それぞれの対応する要素102、108、107、106および104のそれと同一である。

[追加の実施例]

この基本的処理は、別の方式によっても適用することが可能である。

【0022】

図1のブロック106および107を有しているフィードフォワード線形予測フィルタ構造の代わりに、時間領域での他の線形予測フィルタの方式が使われてもよい。例えば、後方予測、または後方予測および上記の前方予測の組合せである。他のオプションとしては、これらの短期予測技術のいずれかに加えて長期の予測フィルタを使用することである。

【0023】

フィルタ適合ブロック105/203から引き出される付加的な副次的情報117/213は、無損失エンコード/デコード・ブロック108/204を制御するために用いることができる。例えば、予測の残余の標準偏差は、通常の適合フィルタ技術によって推定され、無損失コーディングのパラメータとして用いることができる(例えばハフマン・テーブルを選ぶために)。このオプションは、図1および2の破線で例示される信号117/213である。

【0024】

ここで提示された実施例は、デコーダで利用できるパラメータの集合からエラー信号のパワースペクトルを決定するかまたは推定することが可能である各種のコーデックに適用することができる。このように、この階層的なコーデック処理は、広範囲にわたるオーデ

10

20

30

40

50

ィオおよび音声コーデックに適用できる。

【実施例】

損失のあるベース・レイヤー・コーデックがMP3標準に準拠すると仮定すると、スケールファクタの集合から時間領域での線形予測フィルタのための最適な係数を決定することが可能である。MP3コーデックにおいて、スケールファクタは、MDCT係数をエンコードするために適用される量子化ステップサイズを表す。すなわち、各々の信号フレーム（グラニュール：granule）のためのスケールファクタの集合からエラー信号のパワースペクトルのエンベロープを導くことが可能である。

【0025】

ここで、 $S_{ee}(i)$ は、パワースペクトルの領域において、 i 番目のMDCT係数のスケールファクタを意味するとする。

【0026】

【数1】

$$\phi_{ee}(k) = \text{IDFT}\{S_{ee}(i)\}$$

数1は自己相関係数を表す。ここで、IDFTは、逆フーリエ変換を表す。レヴィンソン・ダービンの算法（Makhoul、非特許文献1参照）のアプリケーションは、最適化されたフィルタ係数118/214の望ましい集合 a_i 、 $i = 1 \dots p$ を導き、これは、 p 次の線形予測フィルタ106/206に適用できる。この手順は、オーディオ信号でフレーム（グラニュール）毎に繰り返される。フィルタ係数の集合 a_i 、 $i = 1 \dots p$ に加えて、レヴィンソン・ダービンの算法は、予測誤差信号120/215の期待される差異を提供する。この差異は、次段の予測誤差に対する無損失エンコード108を制御するための重要な情報となる。MP3エンコーダが特定の周波数範囲をビット割当てから除外する場合（例えば低データ転送速度における高周波）、または高度なコーディングツールを使用する場合には、より高度な方式が適用される。更に、特定の周波数範囲では、エラー信号のパワースペクトルの推定 $S_{ee}(i)$ は、フィルタ適合のために使用される望ましい精度を有しないことがある。そこで、エラー信号114の分析によって得られる追加的情報を得てもよい。これは、時間領域においても、周波数領域においても実行できる。

【周波数領域無相関化】

本実施例において、差分信号の無相関化は、損失コーデックの変換領域において実行される。しかしながら、実際の無損失エンコードは、依然として時間領域において実行される。それゆえに、この方法は周知の損失ベースの無損失方式およびトランスフォームベースの無損失コーディング手法とは別のものである。ここで提案する実施例は変換領域の無相関化と、時間領域ベースの無損失コーディング手法の効果を統合したものである。

【0027】

図3に示されるエンコードにおいて、損失エンコーダ301は、適応的または固定ビット割当てを使用している変換係数を量子化する前に、原信号 S_{PCM} （またはそのサブバンド信号）の一部の変換を使用する。通例、以下においては、損失エンコーダは周波数変換に基づいたものと仮定する。損失エンコーダ301が、混合されたビット列317に組み込まれる逆変換可能な損失信号第309部を生成した後、スペクトル白色化ブロック302が適用される。このスペクトル白色化ブロック302の目的は、変換領域において、損失エンコーダ301のエラー信号を特定し、エンコードされる拡張データ信号の連続的な値の大きさのスペクトルが平坦な（すなわち白色の）エラー信号を生成するべく誤差係数の付加的な量子化を実行するためである。一般の損失オーディオコーデックは、白色でないマスキング閾値を有する人間の耳に忠実な誤差スペクトル整形を得るために、高度なノイズシェーピング技術を適用する。スペクトル白色化ブロックは、その入力信号として、少なくとも、オリジナル変換係数310およびビット列に含まれる量子化された変換係数309を必要とする。この種の白色化は、周波数領域でエラーを量子化することによ

10

20

30

40

50

って達成される。オリジナル変換係数 310 および周波数領域の量子化された変換係数 309 間の差分信号は、時間領域の差分信号 314 の鏡またはイメージである。

【0028】

損失エンコード 309 およびスペクトル白色化ブロック 302 からの付加的な情報 311 は、拡張された損失 & 白色化デコードブロック 303 およびマルチプレクサ 307 に供給される。得られた時間領域の信号 312 は、原信号 S_{PCM} を適切に遅延させた（損失コーデックの遅延を補償する）信号 313 から減算 305 され、差分信号 314 が生成される。スペクトル白色化のプロセスによって、この差分信号は平坦スペクトルを有する。すなわち、連続したサンプル間で、ごくわずかな相互相関しかない。差分信号は、無損失エンコード 306 に、直接入力される。無損失エンコード 306 は、無損失拡張ストリーム 316 を出力するオプションとして、損失 & 白色化デコード 303 からの副次的情報 315 は（上記実施例を参照；特に有利な点は、エラー信号の平均パワーである）、無損失エンコード 306 の制御に利用される。

10

【0029】

動作においては、損失 & 白色化デコード 303、減算器 305 および損失デコードブロック内で任意に実装されるいかなる補間的機能も、プラットフォームに依存しない形式で実装され得る。すなわち、ビット単位で正確に再現性のある結果を提供することを目標とされた全てのプラットフォームにおいて、整数精度を有する固定小数点での実装が必要である。マルチプレクサ 307 は、部分的なビット列 309、311 および 316 を結合し、出力ビット列信号 317 を形成する。そして、マルチプレクサ 109 は、出力ビット列 122 とは別のファイルフォーマットまたはビット列フォーマットを出力してもよい。

20

【0030】

図 4 に示されるデコードにおいて、受信されたビット列 317 は、デマルチプレクスされ 401、個々の信号レイヤー 406、407 および 408 に分離される。埋め込まれた損失ビット列 406 およびスペクトル白色化ビット列 407 は、損失 & 白色化デコード 402 に入力される。得られた時間領域の信号 409 は、エンコードにおける中間の品質信号 312 の正確なレプリカである。ビット列 408 および、オプションとして、損失 & 白色化デコードからの信号（副次的情報 410）は、無損失デコード 403 に入力され、差分信号 411 が生成される。最終的な出力信号 S_{PCM} は、中間の品質信号 409 を無損失デコード差分信号 411 に加算することによって得られる。要素 402、403 および 404 の動作は、それぞれの要素 303、306 および 305 のそれと同一である。

30

[追加的实施例]

差分信号のパワー制御に対するいくつかの可能性として、スペクトル白色化に対して、大きい値のビットと小さい値のビットを操作することである。そのオプションとしては、差分信号出力を一定にすることを目標とすることである。そのためには、スペクトル白色化ブロック 302 の量子化の大きさを変化させ、時間領域での無損失エンコード 306 のセッアップを固定するのを可能にすることである。他のオプションとしては、時間領域での差分信号の可変パワーレベルを可能にすることである。

【0031】

損失エンコード 301 およびスペクトル白色化ブロック 302 からのビット列要素を利用する特別のデコードによって、埋め込まれた損失コーデックの品質とオリジナル PCM サンプルの数学的に無損失デコードの中間の品質を有する出力信号を得ることができる。この中間の品質は差分信号のパワーに依存する。そして、前の段落に記載されている方式のうちの 1 つによって制御される。この種のデコードは無損失デコード 403 および加算器 404 を含まない、そして、ビット列 316 / 408 を処理しない。

40

【0032】

複数の中間の品質信号をサポートするために、スペクトル白色化情報 311 をレイヤー構成とすることが可能である。このことによって、コーデックは、損失コーデック（最も低い品質）およびオリジナル PCM サンプル（最高品質の）によって定義される範囲の任意の数の中間品質水準を指定できる。異なる品質水準にすることは、ビット列の量の調整

50

を可能とする。

【実施例】

本発明についてのこの実施例は、MP3標準に基づく。図5に、MP3に対応するエンコードのブロック図を示す。図3と比較すると、図5のMP3エンコード（ビット列またはファイルフォーマットに依存するが、マルチプレクサ507は原則として除く）は、損失エンコード・ブロック301の要素である。

【0033】

オリジナル入力信号 S_{PCM} がポリフェイズフィルタバンク&デシメータ503を通過し、セグメンテーション&MDCT504、そして、ビット割当て量子化505を経てマルチプレクサ507に至る。入力信号 S_{PCM} は、同様に、FFT段階すなわちステップ501、音響心理学的な分析502を通過する。音響心理学的な分析502は、セグメンテーション（すなわちウィンドーイング）504および量子化ステップ/段階505を制御する。ビット割当ておよび量子化器505は、同様に、サイド情報（副次的情報）エンコード506副次的情報515を提供する。副次的情報515は、マルチプレクサ507を通過し、信号517を出力する。ここで、 x をブロック504の出力ベクトル513からの個々の任意のオリジナル変換係数とする。すなわち、MP3のためのMDCT（修正離散コサイン変換）領域において、下記数2を上記の係数の量子化されたバージョンとする。

【0034】

【数2】

$$\hat{x}$$

数2は、ビット列514であり、出力信号517すなわち309の一部となる。ビット列309/517に加えて、MDCT係数513のオリジナル・ベクトルは、スペクトル白色化ブロック302に入力される。したがって、信号310は、MP3エンコードからの信号513および任意に付加的で有用な副次的情報を含んでいる。

【0035】

【数3】

$$e = x - \hat{x}$$

【0036】

【数4】

$$e - \hat{e}$$

【0037】

【数5】

$$\hat{e} = Q(e)$$

スペクトル白色化ブロック302において、MP3コーデックのエラーすなわち数3は、白色のエラーを得るために第2の量子化器によって量子化される。すなわち、スペクトルで平坦な（白色）誤差スペクトルである数4となる。なお、数4は数5を前提とした式である。

【0038】

【数 6】

$$E\{(e-\hat{e})^2\} = \text{constant}$$

したがって、スペクトル白色化ブロックにおいて適用されるビット割当ては、数 6 の条件を満たすように制御される。数 6 において、E は、期待値である。

【0039】

スペクトル白色化量子化器のために、周知の量子化技術を用いることができる。例えば、エントロピーコーディングに続いて、スカラーまたはラティス量子化、最適化（学習）され固定されたエントロピー・スカラーまたはベクトル量子化である。スペクトル白色化量子化器が選択され、スペクトル係数のオリジナル M P 3 量子化器のパラメータ値に基づいて最適化された場合、最良の結果が得られることが予想される。すなわち、スペクトル白色化量子化器は、条件付きの量子化器でなければならない。

10

【周波数領域および時間領域の無相関化】

この実施例は、時間領域無相関化および周波数領域無相関化に記載されている特徴を統合する。無相関化は、それぞれ周波数領域および時間領域の作動の 2 つのサブシステムに分割される。

【0040】

図 6 において表されるエンコードにおいて、損失エンコード 601 は、適応的または固定ビット割当てによる変換係数の量子化の前に、原信号 S_{PCM} （またはそのサブバンド信号）の一部の変換情報を使用する。一般性を失わずに、以下において、エンコード 601 が周波数変換を使用すると仮定する。統合されたビット列 625 に埋め込まれる逆変換可能な損失信号 612 の部分が生成された後、スペクトル白色化ブロック 602 が適用される。スペクトル白色化ブロック 602 の目的は、変換領域エンコード 601 のエラー信号を特定することであり、これらの誤差係数の付加的な量子化を実行することである。これによって、損失デコードによる誤差入力信号よりもスペクトルとして平坦で白色であって、エラー処理でエンコードされる拡張データ信号の連続的な値を得ることができる。スペクトル白色化ブロックは入力信号として、少なくとも、オリジナル変換係数 613 および量子化された変換係数 612 が必要である。

20

【0041】

損失エンコードの出力ビット列 612 およびスペクトル白色化ブロック 602 からの対応する付加的な情報 614 は、損失 & 白色化デコードブロック 603 およびマルチプレクサ 610 に供給される。時間領域における出力信号 615 は原信号 S_{PCM} を適切に遅延させたバージョン 616 から減算され 605、差分信号 617 が出力される。

30

【0042】

差分信号 617 の連続したサンプル間における残りの弱い相関は、線形予測フィルタ 607 において取り除かれる。損失 & 白色化デコードブロック 603 から出力される副次的情報 618（サイド情報：上述の実施例を参照、例えばエラースペクトルのエンベロープである）は、フィルタ 607 で用いられる最適フィルタ係数の集合 621 を特定するために、フィルタ適合ブロック 606 で利用される。予測フィルタリングおよび減算器 608 の目的は、平坦で白色のスペクトルを有する完全に無相関化された出力信号 623 を生成することである。この差分信号は、無損失エンコード 609 を通過し無損失拡張ストリーム 624 を出力する。オプションとして、フィルタ適合ブロック 606 からの副次的情報 620（上述の実施例を参照、例えば信号パワー）を、エンコード 609 の制御に利用することが可能である。ブロック 606 からの予測フィルタ設定に関する情報は、マルチプレクサ 610 にオプションとして送信される。対応する情報ストリーム 619 は、副次的情報 618 を利用しないシステムよりもデータレートに関して常に低い値となる。マルチプレクサ 610 は、部分的なビット列 612、614、619 および 624 を結合して、出力信号 625 を生成する。別のファイルフォーマットまたはビット列フォーマットを出力してもよい。

40

50

【 0 0 4 3 】

図 7 に示すデコードにおいて、ビット列 6 2 5 は、個々の信号レイヤー 7 0 9、7 1 0、7 1 1 および 7 1 2 に、デマルチプレクサ 7 0 1 によって分割される。埋め込まれた損失ビット列 7 0 9 およびスペクトル白色化ビット列 7 1 0 の両者は、損失 & 白色化デコーダ 7 0 2 に供給される。その損失のある中間的な品質の時間領域の出力信号 7 1 9 は、エンコード時における損失のある中間的な品質の信号 6 1 5 の正確なビット対応のレプリカである。

【 0 0 4 4 】

デコーダ 7 0 2 は、同様にフィルタ適合ブロック 7 0 3 に、副次的情報（サイド情報）7 1 3 を提供する。この副次的情報および他の追加的ビット列 7 1 1（図 5 における信号 6 1 9 に対応する）により、フィルタ適合は対応するエンコードブロック 6 0 6 と正確に同じ動作をする。

【 0 0 4 5 】

無損失デコーダ 7 0 4 は、無損失拡張ビット列 7 1 2 からの入力、およびオプションとして、フィルタ適合ブロック 7 0 3 によって出力される副次的情報 7 1 5（図 6 の副次的情報 6 2 0 に対応する）を得る。これによって、（部分的に）無相関化された差分信号 7 1 7（図 6 の信号 6 2 3 に対応する）が生成される。この信号は、加算器 7 0 5 および予測フィルタ 7 0 6 を有している逆の無相関化フィルタに供給される。逆の無相関化フィルタは、ブロック 7 0 3 によって供給されるフィルタ係数 7 1 4 によって制御される。このようにして、差分信号 6 1 7 の正確なビット対応のレプリカ 7 1 8 が生成される。損失デコード信号 7 1 9 および無損失デコード差分信号 7 1 8 を加算器 7 0 7 で結合することによって最終的な出力信号 S_{PCM} が得られる。フィルタ係数 7 1 4 は、フィルタ係数 6 2 1 と同一である。要素 7 0 2、7 0 4、7 0 5、7 0 6 および 7 0 7 の動作は、それぞれ、要素 6 0 3、6 0 9、6 0 8、6 0 7 および 6 0 5 の動作と同一である。

【 0 0 4 6 】

これらのブロックの機能または動作は、基本的に、それぞれ図 1 および図 3 または図 2 および図 4 に記載されている動作に対応するが、適用される制御の方式および無相関化の値に関しては、周波数領域と時間領域において相違している。

【 0 0 4 7 】

周波数領域および時間領域における無相関化の間のバランスを制御するための一つの方策としては、ビット列のうち、損失のある部分およびスペクトル白色化の部分の合計データレートを制限することである。ビット列の中で、これらの 2 つの構成要素のデータレートに固定された上限が設けられている場合、スペクトル白色化だけが、エラー信号の無相関化のタスクの一部分の動作を実行することができる。すなわち、時間領域での差分信号 6 1 7 は、一定量の相互相関を依然として有することになる。この残りの相互相関は線形予測フィルタリングを使用している下流の時間領域での無相関化によって取り除かれる。そして、時間領域での無相関化において説明したように、損失のある及び白色化デコーダからとられる情報を利用する。

【 0 0 4 8 】

他の方策としては、周波数領域での無相関化を使用して、差分信号から長期の相互相関のみを取り除くことである。すなわち、これは、周波数領域において狭い（peaky）相関特性の信号である（差分信号の音色の要素に対応する）。その後、線形予測フィルタリングによる時間領域での無相関化は、最適化されて、差分信号から残りの短い時間の相互相関を取り除くために用いる。このようにすることによって、都合よく二つの無相関化技術がそれぞれ最適な動作点で実行されることになる。したがって、この処理によって、計算の複雑性を低くし、非常に効率的なエンコードを行うことができる。

[追加的実施例]

差分信号のパワー制御に対するいくつかの可能性として、スペクトル白色化に対して、大きい値のビットと小さい値のビットを操作することである。そのオプションとしては、差分信号出力を一定にすることを目標とすることである。そのためには、スペクトル白色

10

20

30

40

50

化ブロック 6 0 2 の量子化の大きさを変化させ、時間領域での無損失エンコード 6 0 9 のセットアップを固定するのを可能にすることである。他オプションとしては、時間領域での差分信号の可変パワーレベルを可能にすることである。

【 0 0 4 9 】

損失エンコ - ダ 6 0 1 およびスペクトル白色化ブロック 6 0 2 からのビット列要素を利用する特別のデコーダによって、埋め込まれた損失コーデックの品質およびオリジナル P C M サンプルの数学的に無損失デコードの中間の品質を有する出力信号を得ることができる。この中間の品質は差分信号のパワーに依存する。そして、前の段落に記載されている方式のうちの 1 つによって制御される。この種のデコーダは無損失デコーダ 7 0 4、フィルタ適合ブロック 7 0 3、予測フィルタ 7 0 6 および加算器 7 0 5 および 7 0 7 を含まない。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 0 】

【図 1】時間領域での線形予測を用いた差分信号の無相関化による、損失エンコ - ドをベースとした無損失エンコーダのブロック図または信号フローを示した図である。

【図 2】時間領域での線形予測を用いた差分信号の無相関化による、損失エンコ - ドをベースとした無損失デコーダのブロック図または信号フローを示した図である。

【図 3】周波数領域での差分信号の無相関化による、損失エンコ - ドをベースとした無損失エンコーダのブロック図または信号フローを示した図である。

【図 4】周波数領域での差分信号の無相関化による、損失エンコ - ドをベースとした無損失デコーダのブロック図または信号フローを示した図である。

20

【図 5】周知の I S O / I E C 1 1 1 7 2 - レイヤー 3 I I I エンコーダのブロック図である。

【図 6】時間領域および周波数領域での差分信号の無相関化による、損失エンコ - ドをベースとした無損失エンコーダのブロック図または信号フローを示した図である。

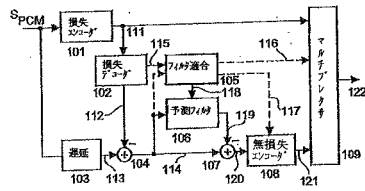
【図 7】時間領域および周波数領域での差分信号の無相関化による、損失エンコ - ドをベースとした無損失デコーダのブロック図または信号フローを示した図である。

【図 8】周知の損失ベースの無損失エンコーダおよびデコーダの基本的なブロック図である。

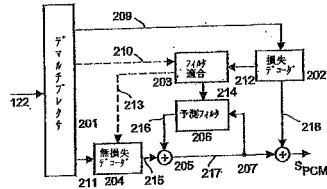
【図 9】一般的な周知の損失エンコ - ダおよびデコーダの基本的なブロック図である。

30

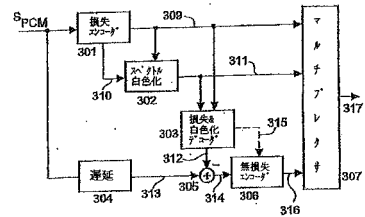
【図 1】



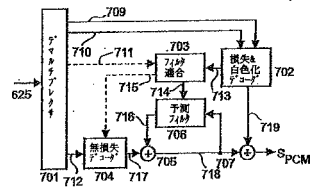
【図 2】



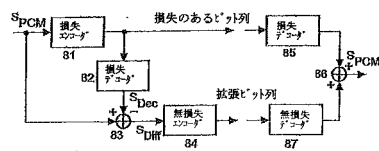
【図 3】



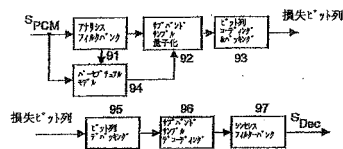
【図 7】



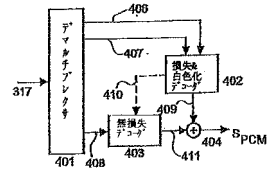
【図 8】



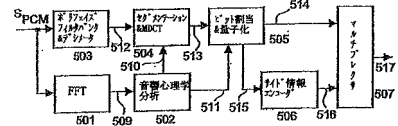
【図 9】



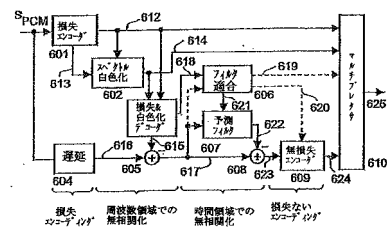
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 ヤクス, ペーター
ドイツ連邦共和国, ハノーヴァー 3 0 5 3 9, アム・ヴィーゼンガルテン 1
- (72)発明者 ケイラー, フロリアン
ドイツ連邦共和国, ハノーヴァー 3 0 1 6 1, クライネ・プファールシュトラッセ 2 0
- (72)発明者 ウーボルト, オリヴァー
ドイツ連邦共和国, ハノーヴァー 3 0 1 6 1, アオフ・デム・レルヒエンベルグ 8
- (72)発明者 コルドン, スヴェン
ドイツ連邦共和国, ハノーヴァー 3 0 1 7 3, ヒルデシェイマー・ストリート 1 1 7
- (72)発明者 ベーム, ヨーハネス
ドイツ連邦共和国, 3 7 0 8 1 ゲッティンゲン, ジーベルヴェーク 3 5

審査官 山下 剛史

- (56)参考文献 特開2003-280694(JP, A)
特開2004-177982(JP, A)
特表2002-527984(JP, A)
特開平10-105200(JP, A)
国際公開第2005/098822(WO, A2)
国際公開第2005/098823(WO, A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10L 19/00 - 19/26