

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5135330号
(P5135330)

(45) 発行日 平成25年2月6日 (2013.2.6)

(24) 登録日 平成24年11月16日 (2012.11.16)

(51) Int.Cl.

F I

G 1 O L 19/02 (2013.01)

G 1 O L 19/035 (2013.01)

H O 3 M 7/30 (2006.01)

G 1 O L 19/02 1 5 O

G 1 O L 19/02 1 4 2 D

H O 3 M 7/30 Z

請求項の数 12 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2009-508301 (P2009-508301)	(73) 特許権者	501263810
(86) (22) 出願日	平成19年4月18日 (2007.4.18)		トムソン ライセンシング
(65) 公表番号	特表2009-536363 (P2009-536363A)		Thomson Licensing
(43) 公表日	平成21年10月8日 (2009.10.8)		フランス国, 92130 イッシー レ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2007/053783		ムーリノー, ル ジャンヌ ダルク,
(87) 国際公開番号	W02007/128661		1-5
(87) 国際公開日	平成19年11月15日 (2007.11.15)		1-5, rue Jeanne d' A
審査請求日	平成22年4月14日 (2010.4.14)		rc, 92130 ISSY LES
(31) 優先権主張番号	06113576.0		MOULINEAUX, France
(32) 優先日	平成18年5月5日 (2006.5.5)	(74) 代理人	110001243
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		特許業務法人 谷・阿部特許事務所
		(72) 発明者	ベーム, ヨハネス
			ドイツ国 37081 ゲッティンゲン
			ジーベルベーク 35

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ロッシー符号化されたデータ・ストリームおよびロスレス拡張データ・ストリームを使用する、ソース信号のロスレス符号化を行う方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

オーディオ・ソース信号のためのロスレス符号化されたデータ・ストリームを共に形成するロッシー符号化されたデータ・ストリームおよびロスレス拡張データ・ストリームを使用する、オーディオ・ソース信号をロスレス符号化する方法において、

前記ソース信号をロッシー符号化するステップであって、前記ロッシー符号化されたデータ・ストリームと共にスペクトラル・ホワイトニング・データを生成する、前記ステップと、

前記ロッシー符号化に対応して、前記ロッシー符号化されたデータをロッシー復号するステップであって、これにより、標準復号された信号を再構築し、前記スペクトラル・ホワイトニング・データを使用して、前記標準復号された信号から高品質の復号された信号を構築する、前記ステップと、

前記ソース信号と前記高品質の復号された信号との間の第1の差信号を形成し、前記第1の差信号をロスレス符号化するステップと、

前記符号化された第1の差信号を前記スペクトラル・ホワイトニング・データと共にパックし、前記ロスレス拡張データ・ストリームを形成するステップと、を含み、

前記スペクトラル・ホワイトニング・データは、

分析フィルタ・バンクで前記ソース信号を処理し、当該分析フィルタ・バンクの出力信号を第1の量子化手段を用いて量子化し、前記分析フィルタ・バンクの出力信号と当該量子化出力信号との間の第2の差信号を形成するステップであって、前記量子化は知覚モ

デル計算機によって制御される、前記ステップと、

前記第2の差信号を第2の量子化手段を用いて量子化することによって、当該更なる量子化を制御するステップであって、前記第2の量子化手段の第2の量子化出力信号と前記第2の差信号との間の第3の差信号がホワイトニング・スペクトラムに近づくようにし、これにより前記第2の量子化手段の前記第2の量子化出力信号が前記スペクトラル・ホワイトニング・データを形成する、前記ステップと、

により生成され、

前記第2の量子化手段は、前記スペクトラル・ホワイトニング・データの現在のビット・レートをチェックするアダプテーション・コントローラによって制御され、前記現在のビット・レートが所定の閾値を超えている場合には、エスケープ信号を設定し、

前記エスケープ信号が設定されている場合にのみ、前記第1の差信号の前記ロスレス符号化がエントロピー符号器を使用し、該エントロピー符号器の入力信号がLPCデコーラータを通過し、

前記アダプテーション・コントローラは、前記第3の差信号を入力し、当該入力した第3の差信号に基づいて、前記第3の差信号をホワイトニング・スペクトラムに近づけるフィードバック信号を前記第2の量子化手段に出力し、前記第2の量子化手段は、前記フィードバック信号に基づいて前記第2の量子化出力信号を出力する、前記方法。

【請求項2】

前記スペクトラル・ホワイトニング・データは、エントロピー符号化されている、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

ロスレス符号化されたオーディオ・ソース信号のデータ・ストリームを復号する方法であって、前記データ・ストリームは、前記ソース信号のためのロスレス符号化されたデータ・ストリームを共に形成するロッシー符号化されたデータ・ストリームおよびロスレス拡張データ・ストリームから生成されたものであり、

前記ソース信号はロッシー符号化されており、該ロッシー符号化は前記ロッシー符号化されたデータ・ストリームと共にスペクトラル・ホワイトニング・データを生成し、

前記ロッシー符号化されたデータは前記ロッシー符号化に対応してロッシー復号され、これにより、標準復号された信号が再構築されており、かつ、前記スペクトラル・ホワイトニング・データを使用して、高品質の復号された信号が前記標準復号された信号から構築されており、

前記ソース信号と前記高品質の復号された信号との間の第1の差信号が形成されてロスレス符号化されており、

前記ロスレス符号化された第1の差信号が前記スペクトラル・ホワイトニング・データと共にバックされて前記ロスレス拡張データ・ストリームが形成されており、

前記スペクトラル・ホワイトニング・データは、

分析フィルタ・バンクで前記ソース信号を処理し、当該分析フィルタ・バンクの出力信号を第1の量子化手段を用いて量子化し、前記分析フィルタ・バンクの出力信号と当該量子化出力信号との間の第2の差信号を形成するステップであって、前記量子化は知覚モデル計算機によって制御されたものである、前記ステップと、

前記第2の差信号を第2の量子化手段を用いて量子化することによって、当該更なる量子化を制御するステップであって、前記第2の量子化手段の第2の量子化出力信号と前記第2の差信号との間の第3の差信号がホワイトニング・スペクトラムに近づくようにし、これにより前記第2の量子化手段の前記第2の量子化出力信号が前記スペクトラル・ホワイトニング・データを形成する、前記ステップと、

により生成されたものであり、

前記第2の量子化手段は、前記スペクトラル・ホワイトニング・データの現在のビット・レートをチェックするアダプテーション・コントローラによって制御され、前記現在のビット・レートが所定の閾値を超えている場合には、エスケープ信号を設定し、

前記復号する方法は、

前記第 1 の差信号および前記スペクトラル・ホワイトニング・データを生成するために、前記ロスレス拡張データ・ストリームをデバックし、前記ロスレス符号化された第 1 の差信号を復号するステップであって、前記エスケープ信号が符号化側で設定されたものである場合にのみ、前記ロスレス符号化された第 1 の差信号の前記復号がエントロピー復号器を使用し、該エントロピー復号器の出力信号が L P C 合成を通過し、前記アダプテーション・コントローラは、前記第 3 の差信号を入力し、当該入力した第 3 の差信号に基づいて、前記第 3 の差信号をホワイトニング・スペクトラムに近づけるフィードバック信号を前記第 2 の量子化手段に出力し、前記第 2 の量子化手段は、前記フィードバック信号に基づいて前記第 2 の量子化出力信号を出力し、前記ステップと、

前記ロッシー符号化されたデータ・ストリームをロッシー復号することにより、前記標準復号された信号を再構築し、前記スペクトラル・ホワイトニング・データを使用して、前記標準復号された信号から前記高品質の符号化された信号を再構築するステップと、

前記復号されたロスレス符号化された第 1 の差信号から、さらに、前記高品質の復号された信号から、再構築されたソース信号を形成するステップと、
を含む、前記方法。

【請求項 4】

前記スペクトラル・ホワイトニング・データは、符号化部でエントロピー符号化され、かつ、復号部でエントロピー復号されたものである、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記 L P C デコリレータおよび前記 L P C 合成は L P C フィルタであり、該 L P C フィルタのフィルタ係数は、スケール・ファクタおよび / または前記ロッシー・ビット・ストリームの前記サブバンド・ドメイン内の関連する係数ブロックの前記スペクトラム、および / または、ヘルパー情報項目などの情報項目を使用して定められる、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 6】

前記ロスレス拡張データ・ストリームは、

符号化されたスペクトラル・ホワイトニング・データと、

L P C デコリレーションがアクティブであることを示すエスケープ信号と、

ヘルパー情報信号と、

ファイル間アプリケーション用の、ロッシー符号器の遅延値および / またはオリジナル・ファイル長の値と、を含む、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 7】

オーディオ・ソース信号のためのロスレス符号化されたデータ・ストリームを共に形成するロッシー符号化されたデータ・ストリームおよびロスレス拡張データ・ストリームを使用する、オーディオ・ソース信号をロスレス符号化する装置において、前記装置は、

前記ソース信号をロッシー符号化するように構成された手段であって、前記ロッシー符号化により、前記ロッシー符号化されたデータ・ストリームと共にスペクトラル・ホワイトニング・データを生成する、前記手段と、

前記ロッシー符号化に対応して、前記ロッシー符号化されたデータをロッシー復号することにより、標準復号された信号を再構築し、前記スペクトラル・ホワイトニング・データを使用して、前記標準復号された信号から高品質の復号された信号を構築するように構成された手段と、

前記ソース信号と前記高品質の復号された信号との間の第 1 の差信号を形成し、前記第 1 の差信号をロスレス符号化し、前記符号化された第 1 の差信号を前記スペクトラル・ホワイトニング・データと共にバックして前記ロスレス拡張データ・ストリームを形成するように構成された手段と、を含み、

前記ロッシー符号化するように構成された手段は、

分析フィルタ・バンクで前記ソース信号を処理し、当該分析フィルタ・バンクの出力信号を第 1 の量子化手段を用いて量子化し、前記分析フィルタ・バンクの出力信号と当該量子化出力信号との間の第 2 の差信号を形成するように構成された手段であって、前記量

10

20

30

40

50

子化は知覚モデル計算機によって制御される、前記手段と、

前記第2の差信号を第2の量子化手段を用いて量子化することによって、当該更なる量子化を制御するように構成された手段であって、前記第2の量子化手段の第2の量子化出力信号と前記第2の差信号との間の第3の差信号がホワイトニング・スペクトラムに近づくようにし、これにより前記第2の量子化手段の前記第2の量子化出力信号が前記スペクトラル・ホワイトニング・データを形成する、前記手段と、を含み、

前記第2の量子化手段は、前記スペクトラル・ホワイトニング・データの現在のビット・レートをチェックするアダプテーション・コントローラによって制御され、前記現在のビット・レートが所定の閾値を超えている場合には、エスケープ信号を設定し、

前記第1の差信号を形成するように構成された手段において、前記エスケープ信号が設定されている場合にのみ、前記第1の差信号の前記ロスレス符号化がエントロピー符号器を使用し、該エントロピー符号器の入力信号がLPCデコリレータを通過し、前記アダプテーション・コントローラは、前記第3の差信号を入力し、当該入力した第3の差信号に基づいて、前記第3の差信号をホワイトニング・スペクトラムに近づけるフィードバック信号を前記第2の量子化手段に出力し、前記第2の量子化手段は、前記フィードバック信号に基づいて前記第2の量子化出力信号を出力する、前記装置。

【請求項8】

前記スペクトラル・ホワイトニング・データは、符号化部でエントロピー符号化されている、請求項7に記載の装置。

【請求項9】

ロスレス符号化されたオーディオ・ソース信号のデータ・ストリームを復号する装置であって、前記データ・ストリームは、前記ソース信号のためのロスレス符号化されたデータ・ストリームを共に形成するロッシー符号化されたデータ・ストリームおよびロスレス拡張データ・ストリームから生成されたものであり、

前記ソース信号はロッシー符号化されており、該ロッシー符号化は前記ロッシー符号化されたデータ・ストリームと共にスペクトラル・ホワイトニング・データを生成し、

前記ロッシー符号化されたデータは前記ロッシー符号化に対応してロッシー復号され、これにより、標準復号された信号が再構築されており、かつ、前記スペクトラル・ホワイトニング・データを使用して、高品質の復号された信号が前記標準復号された信号から構築されており、

前記ソース信号と前記高品質の復号された信号との間の第1の差信号が形成されてロスレス符号化されており、

前記ロスレス符号化された第1の差信号が前記スペクトラル・ホワイトニング・データと共にバックされて前記ロスレス拡張データ・ストリームが形成されており、

前記スペクトラル・ホワイトニング・データは、

分析フィルタ・バンクで前記ソース信号を処理し、当該分析フィルタ・バンクの出力信号を第1の量子化手段を用いて量子化し、前記分析フィルタ・バンクの出力信号と当該量子化出力信号との間の第2の差信号を形成するステップであって、前記量子化は知覚モデル計算機によって制御されたものである、前記ステップと、

前記第2の差信号を第2の量子化手段を用いて量子化することによって、当該更なる量子化を制御するステップであって、前記第2の量子化手段の第2の量子化出力信号と前記第2の差信号との間の第3の差信号がホワイトニング・スペクトラムに近づくようにし、これにより前記第2の量子化手段の前記第2の量子化出力信号が前記スペクトラル・ホワイトニング・データを形成する、前記ステップと、

により生成されたものであり、

前記第2の量子化手段は、前記スペクトラル・ホワイトニング・データの現在のビット・レートをチェックするアダプテーション・コントローラによって制御され、前記現在のビット・レートが所定の閾値を超えている場合には、エスケープ信号を設定し、

前記復号する装置は、

前記第1の差信号および前記スペクトラル・ホワイトニング・データを生成するために

、前記ロスレス拡張データ・ストリームをデバックし、前記ロスレス符号化された第1の差信号を復号するように構成された手段であって、前記エスケープ信号が符号化側で設定されたものである場合にのみ、前記ロスレス符号化された第1の差信号の前記復号がエントロピー復号器を使用し、該エントロピー復号器の出力信号がLPC合成を通過し、前記アダプテーション・コントローラは、前記第3の差信号を入力し、当該入力した第3の差信号に基づいて、前記第3の差信号をホワイトニング・スペクトラムに近づけるフィードバック信号を前記第2の量子化手段に出力し、前記第2の量子化手段は、前記フィードバック信号に基づいて前記第2の量子化出力信号を出力する、前記手段と、

前記ロッシー符号化されたデータ・ストリームをロッシー復号することにより、前記標準復号された信号を再構築し、前記スペクトラル・ホワイトニング・データを使用して、前記標準復号された信号から前記高品質の符号化された信号を再構築するように構成された手段と、

前記復号されたロスレス符号化された第1の差信号から、さらに、前記高品質の復号された信号から、再構築されたソース信号を形成するように構成された手段と、を含む、前記装置。

【請求項10】

前記スペクトラル・ホワイトニング・データは、符号化部でエントロピー符号化され、かつ、復号部でエントロピー復号されたものである、請求項9に記載の装置。

【請求項11】

前記LPCデコリレータおよび前記LPC合成はLPCフィルタであり、該LPCフィルタのフィルタ係数は、スケール・ファクタおよび/または前記ロッシー・ビット・ストリームの前記サブバンド・ドメイン内の関連する係数ブロックの前記スペクトラム、および/または、ヘルパー情報項目などの情報項目を使用して定められる、請求項7～10のいずれか1項に記載の装置。

【請求項12】

前記ロスレス拡張データ・ストリームは、
符号化されたスペクトラル・ホワイトニング・データと、
LPCデコリレーションがアクティブであることを示すエスケープ信号と、
ヘルパー情報信号と、
ファイル間アプリケーション用の、ロッシー符号器の遅延値および/またはオリジナル・ファイル長の値と、
を含む、請求項7～11のいずれか1項に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ソース信号のためのロスレス符号化されたデータ・ストリームを共に形成する、ロッシー（不可逆圧縮）符号化されたデータ・ストリームおよびロスレス（可逆圧縮）拡張データ・ストリームを使用する、ソース信号のロスレス符号化のための方法および装置に関する。ロッシー知覚オーディオ符号化データは、オリジナル・オーディオ信号波形の数学的に正確な（ロスレス）再生を可能にする拡張データによって拡張される。

【背景技術】

【0002】

ロスレス・オーディオ符号化の基本的な原理が図1に示されている。複数のデジタルPCMオーディオ信号サンプルは、互いに独立したものではない。エントロピー符号化12の前にこの依存性を低減するために、信号デコリレーション（*de-correlation*）11が使用される。この処理は、オリジナル信号を復元できるように、可逆性である必要がある。公知のデコリレーション技術は、線形予測フィルタリング（線形予測符号化[LPC: *Linear Predictive Coding*]とも呼ばれている）、整数フィルタ・バンクおよびロッシー・ベースの手法を使用している。

【0003】

ロッシー・ベースのロスレス符号化の基本的な原理が図2および図3に示されている。図2の符号化部(左側)において、PCMオーディオ入力信号 S_{PCM} がロッシー符号器21を通してロッシー復号器22に供給され、ロッシー・ビット・ストリームとして復号化部(右側)のロッシー復号器25に供給される。ロッシー符号化および復号化は、信号のデコリレーションを行うために使用される。復号器22の出力信号が減算器23において入力信号 S_{PCM} から除去され、結果として得られた差信号が拡張ビット・ストリームとしてロスレス符号器24を通してロスレス復号器27に供給される。オリジナル信号 S_{PCM} を再現するために、復号器25および27の出力信号の結合26が行われる。オーディオ符号化について、この基本的な原理は欧州特許第0756386号明細書および米国特許第6498811号明細書において開示されており、さらに、P. Craven、M. Gerzon著、「Lossless Coding for Audio Discs(オーディオ・ディスクのためのロスレス符号化)」、J. AES(Audio Engineering Society)ジャーナル、第44巻第9号(Vol. 44、No. 9)、1996年9月、および、J. Koller、Th. Sporer、K. H. Brandenburg著、「Robust Coding of High Quality Audio Signals(高品質オーディオ信号のロスレス符号化)」、第103回AESコンベンション、1997年8月、Preprint 4621に開示されている。

【0004】

図3のロッシー符号器においては、PCMオーディオ入力信号 S_{PCM} は、分析フィルタ・バンク31およびサブバンド・サンプルの量子化32を経た後、ビット・ストリームの符号化/パッキング(パック)33が施される。量子化は、信号 S_{PCM} および対応する情報を分析フィルタ・バンク31から受信する知覚モデル計算機34によって制御される。復号器側では、符号化されたロッシー・ビット・ストリームは、ビット・ストリームをデパッキング(デパック)する手段35に入った後、サブバンド・サンプルを復号化する手段36に入り、さらに、復号化されたロッシーPCM信号 S_{DEC} を出力する合成フィルタ・バンク37に入る。ロッシー符号化および復号化については、規格ISO/IEC 11172-3(MPEG-1オーディオ)に詳細に記載されている。

【0005】

ロッシー符号器は、周波数ドメインにおけるマスキング閾値に比例するエラー信号 S_{Diff} を生成するので、その信号は、あまり良好にはデコリレートされておらず、従ってエントロピー符号化には次善のものである。結果として、国際公開第99/53677号パンフレット、米国特許出願公開第20040044520号明細書および国際公開第2005/098823号パンフレットでは、エラー信号 S_{Diff} の特別な取り扱いに焦点が当てられている。様々なLPCデコリレーション・スキームをエラー信号 S_{Diff} に適用するという点が共通のアプローチである。欧州特許出願公開第0905918号明細書においては、ロッシー符号器における量子化を制御して、エラー信号 S_{Diff} をより良好にデコリレートするために、エラー信号 S_{Diff} の振幅が、ロッシー符号器の部分の量子化段へのフィードバック・ループと共に使用される。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ロッシー符号化のためのロスレス符号化拡張を提供する際、これをスケーラブルな方法で容易に実現できるようにすることが望ましい。

【0007】

本発明によって解決される課題は、例えばmp3(MPEG-1オーディオ・レイヤー3)に基づいているロッシー符号化/復号化のための改善されたロスレス符号化/復号化拡張をスケーラブルな方法で提供することにある。この課題は、請求項1に開示された符号化方法、および請求項3および5に開示された復号化方法によって解決される。これらの方法を利用する装置が、請求項2、4および6にそれぞれ開示されている。

【 0 0 0 8 】

本発明は、オリジナル波形の数学的に正確な再生（すなわち、ロスレス符号化／復号化）を可能にする拡張によって、ロッシー知覚オーディオ符号化／復号化を容易に向上させることができる。ロッシー・ベースのロスレス符号化は、L P Cフィルタ・パラメータを送信する必要がない、ロッシー符号器／復号器内に構築されたスペクトラル・デコリレーション、および他の一時L P Cデコリレーションによって改善されたデコリレーションを利用する。

【 0 0 0 9 】

本発明のロスレス拡張は、広く使用されているm p 3符号化／復号化をロスレス符号化／復号化に拡張するために使用することができるという利点がある。

10

【 0 0 1 0 】

原理上、本発明の符号化方法は、ソース信号のためのロスレス符号化されたデータ・ストリームと共に形成するロッシー符号化されたデータ・ストリームおよびロスレス拡張データ・ストリームを使用する、ソース信号のロスレス符号化に適している。

この方法は、

ソース信号をロッシー符号化するステップであって、ロッシー符号化されたデータ・ストリームと共にスペクトラル・ホワイトニング・データを生成するステップと、

ロッシー符号化に対応して、ロッシー符号化されたデータをロッシー復号化するステップであって、これにより、標準復号化された信号（ $S_{D_e c}$ ）を再構築し、スペクトラル・ホワイトニング・データを使用して、標準復号化された信号から高品質の復号化された信号を構築するステップと、

20

ソース信号と高品質の復号化された信号との間の差信号を形成し、差信号をロスレス符号化するステップと、

符号化された差信号をスペクトラル・ホワイトニング・データと共にパックし、ロスレス拡張データ・ストリームを形成するステップと、を含む。

【 0 0 1 1 】

原理上、本発明の符号化装置は、ソース信号のためのロスレス符号化されたデータ・ストリームと共に形成するロッシー符号化されたデータ・ストリームおよびロスレス拡張データ・ストリームを使用する、ソース信号のロスレス符号化に適している。

この装置は、

30

ソース信号をロッシー符号化するように構成された手段であって、ロッシー符号化により、ロッシー符号化されたデータ・ストリームと共にスペクトラル・ホワイトニング・データを生成する手段と、

ロッシー符号化に対応して、ロッシー符号化されたデータをロッシー復号化することにより、標準復号化された信号を再構築し、スペクトラル・ホワイトニング・データを使用して、標準復号化された信号から高品質の復号化された信号を構築するように構成された手段と、

ソース信号と高品質の復号化された信号との間の差信号を形成し、差信号をロスレス符号化し、符号化された差信号をスペクトラル・ホワイトニング・データと共にパックしてロスレス拡張データ・ストリームを形成するように構成された手段と、を含む。

40

【 0 0 1 2 】

原理上、本発明の復号化方法は、ロスレス符号化されたソース信号のデータ・ストリームを復号化することに適している。そのデータ・ストリームは、ソース信号のためのロスレス符号化されたデータ・ストリームと共に形成するロッシー符号化されたデータ・ストリームおよびロスレス拡張データ・ストリームから生成されたものであり、

ソース信号はロッシー符号化されており、ロッシー符号化はロッシー符号化されたデータ・ストリームと共にスペクトラル・ホワイトニング・データを生成し、

ロッシー符号化されたデータはロッシー符号化に対応してロッシー復号化され、これにより、標準復号化された信号が再構築されており、かつ、スペクトラル・ホワイトニング・データを使用して、高品質の復号化された信号が標準復号化された信号から構築されて

50

おり、

ソース信号と高品質の復号化された信号との間の差信号が形成されてロスレス符号化されており、

ロスレス符号化された差信号がスペクトラル・ホワイトニング・データと共にパックされてロスレス拡張データ・ストリームが形成されており、

この方法は、

差信号およびスペクトラル・ホワイトニング・データを生成するために、ロスレス拡張データ・ストリームをデパックし、ロスレス符号化された差信号を復号化するステップと、

ロッシー符号化されたデータ・ストリームをロッシー復号化することにより、標準復号化された信号を再構築し、スペクトラル・ホワイトニング・データを使用して、標準復号化された信号から高品質の符号化された信号を再構築するステップと、

復号化されたロスレス符号化された差信号から、および高品質の復号化された信号から、再構築されたソース信号を形成するステップと、を含む。

【 0 0 1 3 】

原理上、本発明の復号化装置は、ロスレス符号化されたソース信号のデータ・ストリームを復号化することに適している。そのデータ・ストリームは、ソース信号のためのロスレス符号化されたデータ・ストリームと共に形成するロッシー符号化されたデータ・ストリームおよびロスレス拡張データ・ストリームから生成されたものであり、

ソース信号はロッシー符号化されており、ロッシー符号化はロッシー符号化されたデータ・ストリームと共にスペクトラル・ホワイトニング・データを生成し、

ロッシー符号化されたデータはロッシー符号化に対応してロッシー復号化され、これにより、標準復号化された信号が再構築されており、かつ、スペクトラル・ホワイトニング・データを使用して、高品質の復号化された信号が標準復号化された信号から構築されており、

ソース信号と高品質の復号化された信号との間の差信号が形成されてロスレス符号化されており、

ロスレス符号化された差信号がスペクトラル・ホワイトニング・データと共にパックされてロスレス拡張データ・ストリームが形成されており、

この装置は、

差信号およびスペクトラル・ホワイトニング・データを生成するために、ロスレス拡張データ・ストリームをデパックし、ロスレス符号化された差信号を復号化するように構成された手段と、

ロッシー符号化されたデータ・ストリームをロッシー復号化することにより、標準復号化された信号を再構築し、スペクトラル・ホワイトニング・データを使用して、標準復号化された信号から高品質の符号化された信号を再構築するように構成された手段と、

復号化されたロスレス符号化された差信号から、および高品質の復号化された信号から、再構築されたソース信号を形成するように構成された手段と、を含む。

【 0 0 1 4 】

原理上、本発明の他の復号化方法は、ロスレス符号化されたソース信号のデータ・ストリームを復号化することに適している。そのデータ・ストリームは、ソース信号のためのロスレス符号化されたデータ・ストリームと共に形成するロッシー符号化されたデータ・ストリームおよびロスレス拡張データ・ストリームから生成されたものであり、

ソース信号はロッシー符号化されており、ロッシー符号化はロッシー符号化されたデータ・ストリームと共にスペクトラル・ホワイトニング・データを生成し、

ロッシー符号化されたデータはロッシー符号化に対応してロッシー復号化され、これにより、標準復号化された信号が再構築されており、かつ、スペクトラル・ホワイトニング・データを使用して、高品質の復号化された信号が標準復号化された信号から構築されており、

ソース信号と高品質の復号化された信号との間の差信号が形成されてロスレス符号化さ

10

20

30

40

50

れており、

ロスレス符号化された差信号がスペクトラル・ホワイトニング・データと共にパックされてロスレス拡張データ・ストリームが形成されており、

この方法は、

スペクトラル・ホワイトニング・データを生成するために、ロスレス拡張データ・ストリームをデパックするステップと、

ロッシー符号化されたデータ・ストリームをロッシー復号化することにより、標準復号化された信号を再構築し、スペクトラル・ホワイトニング・データを使用して、標準復号化された信号から高品質の符号化された信号を再構築するステップと、を含む。

【 0 0 1 5 】

原理上、本発明の他の復号化装置は、ロスレス符号化されたソース信号のデータ・ストリームを復号化することに適している。このデータ・ストリームは、ソース信号のためのロスレス符号化されたデータ・ストリームと共に形成するロッシー符号化されたデータ・ストリームおよびロスレス拡張データ・ストリームから生成されたものであり、

ソース信号はロッシー符号化されており、ロッシー符号化はロッシー符号化されたデータ・ストリームと共にスペクトラル・ホワイトニング・データを生成し、

ロッシー符号化されたデータはロッシー符号化に対応してロッシー復号化され、これにより、標準復号化された信号が再構築されており、かつ、スペクトラル・ホワイトニング・データを使用して、高品質の復号化された信号が標準復号化された信号から構築されており、

ソース信号と高品質の復号化された信号との間の差信号が形成されてロスレス符号化されており、

ロスレス符号化された差信号がスペクトラル・ホワイトニング・データと共にパックされてロスレス拡張データ・ストリームが形成されており、

この装置は、

スペクトラル・ホワイトニング・データを生成するために、ロスレス拡張データ・ストリームをデパックするように構成された手段と、

ロッシー符号化されたデータ・ストリームをロッシー復号化することにより、標準復号化された信号を再構築し、スペクトラル・ホワイトニング・データを使用して、標準復号化された信号から高品質の符号化された信号を再構築するように構成された手段と、を含む。

【 0 0 1 6 】

本発明の他の有利な実施態様が、各従属請求項に開示されている。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 7 】

添付図面を参照して、本発明の例示的な実施の形態を説明する。

【 0 0 1 8 】

本発明は、図 4 に示す符号器 4 1 のような改良型ロッシー符号器の利用によるロッシー・ベースのロスレス符号化の次善のサブコリレーションの問題を解決するものである。オリジナルの入力信号 S_{PCM} から準拠ロッシー・ビット・ストリーム 4 1 1 を発生させるほか、この符号器は、特別なスペクトラル・ホワイトニング・データを発生させ、このデータは、他の情報と共に補助情報 4 1 2 として、対応する改良型ロッシー復号器 4 2 およびロスレス拡張ビット・ストリームを出力するロスレス符号器 / パッカ 4 5 に送信される。図 6 にロスレス符号器 4 1 をより詳細に示す。スペクトラム・ホワイトニング・データは、図 6 および図 7 を参照して説明するように形成される。改良型ロッシー符号器 4 2 においては、ロッシー・ビット・ストリーム 4 1 1 が復号化され、入力信号の現在のフレームの周波数スペクトラムが復元されることにより、信号 4 1 2 からのスペクトラル・ホワイトニング・データがスペクトラルに追加される。この後、復号器 4 2 において合成フィルタ・バンクが適用され、符号器 4 1 および復号器 4 2 において必要な処理時間を補償するために、タイム・ドメイン・エラー信号 S_{Diff} が、バッファ 4 3 によって対応する

10

20

30

40

50

遅延を与えられた入力信号 S_{PCM} から対応する復号器 42 の出力信号 S'_{Dec} を減算することによって、減算器 44 において算出される。ここで、エラー信号 S_{Diff} は、白色（すなわち、フラット）の周波数パワー・スペクトラムを有し、これは、高いデコレーションを有するものに対応し、従って、効率的なエントロピー符号化に適している。信号 S_{Diff} はロスレス符号器 / パッカ 45 に供給される。ロスレス符号器 / パッカ 45 はエントロピー符号器を含み、ロスレス符号器 / パッカ 45 からのロスレス拡張ストリーム 451 の出力の中には、符号器 41 から提供されるロッシー符号器側の補助情報データ 412 および復号器 42 により提供されるロッシー復号器側の補助情報データ 421 が含まれている。

【0019】

10

ロスレス符号化の効率を向上させるために、改良型ロッシー符号器 41 は、ロスレス符号器 / パッカ 45 の内部に配置された他の L P C フィルタに有利なホワイトニング・データの量（従って、関連するビット・レート）を減少させることができる。好ましい実施形態においては、復号器 42 内のスケール・ファクタまたはブロック・スペクトラムのようなロッシー・ビット・ストリーム要素を使用して L P C フィルタ係数が定められ、復号器側でフィルタ係数を計算することを可能にするために送信することが必要な追加のデータ量が極めて少なくなる。

【0020】

図 5 におけるロッシー・ベースのロスレス復号化においては、（公知の）ロッシー符号化 / 復号化された出力信号 S_{Dec} 、例えば復号化された m p 3 信号を出力する改良型ロッシー復号器 51 においてロッシー・ビット・ストリーム 411 が復号化され、これを、ロッシー・モード 1 と表すことができる。ロスレス拡張ビット・ストリーム 451 を受信するとき、例えばロスレス・デパッカ / 復号器 52 において、ロッシー・ビット・ストリーム 411 に適合させるための整合、および、種々のモードの復号化を可能とするためのパーミッション・チェックを行うことができる。種々のモードを、ロッシー・モード 1、ロッシー・モード 2 およびロスレス・モード 3 とすることができる。

20

【0021】

モード 1 のみで動作しない場合には、受信されたスペクトラル・ホワイトニング・データは、手段 52 においてデパックされ、（他の情報に混じって）補助情報 521 としてロッシー復号器 51 に送信される。ロッシー復号器 51 では、復元されたスペクトラムにスペクトラル・ホワイトニング・データが追加され、合成フィルタ・バンクが適用されて出力信号 S'_{Dec} が発生する。ロッシー・モード 2 においては、 S'_{Dec} が出力信号である。これは知覚品質の点で信号 S_{Dec} よりも優れており、以下の説明では「中間品質」と呼ぶ。ロスレス符号化された差信号 S_{Diff} を復号化する必要はない。

30

【0022】

ロスレス・モード 3 においては、ロスレス拡張ストリーム 451 は手段 52 においてさらにデパックされ、手段 52 において復号化が行われる。さらに、L P C 合成を行うことに対応する信号がロスレス拡張ビット・ストリーム 451 に含まれている場合、オプションとしての L P C 合成が行われてもよい。好ましい実施形態においては、L P C 合成フィルタ係数は、ロッシー復号器 51 のサブバンド・ドメインにおける、関連するロッシー係数ブロックのスケール・ファクタまたはスペクトラムのような、ロッシー・ビット・ストリーム 411 のデータ要素からの対応する情報項目、および、ロスレス拡張ストリーム 451 内で転送されるオプションのヘルパー情報項目を用いて定められる。エラー信号 S_{Diff} は、手段 52 において復元され、信号 S'_{Dec} と同期される。オリジナル信号 S_{PCM} の数学的なロスレス再構築ができるようにするために、エラー信号 S_{Diff} と信号 S'_{Dec} （すなわち、中間品質信号）とが加算器 53 において結合される。

40

【0023】

ロッシー復号器 51 は、信号 S'_{Dec} の算出の点で、符号化部におけるロッシー復号器 42 と全く同じように動作する。復号化部における信号 S'_{Dec} および符号化部における信号 S'_{Dec} は数学的に同一であり、復号化部における信号 S_{Diff} および符号

50

化部における信号 S_{Diff} も数学的に同一である。ロッシー復号器の実装 5 1 および 4 2、および、手段 5 2 および 4 5 におけるオプションの L P C 要素は、整数演算を使用して独立したプラットフォームで実現することができるという利点がある。

【 0 0 2 4 】

図 6 を参照して、図 4 のロッシー符号器 4 1 をより詳細に説明する。図 8 を参照して、図 5 のロッシー復号器 5 1 をより詳細に説明する。図 4 におけるロッシー符号器 4 1 およびロッシー復号器 4 2 を組み合わせることにより、簡素化が実現可能である。

【 0 0 2 5 】

ロッシー符号器

ロッシー符号器 4 1 は、分析フィルタ・バンク 6 1 および知覚モデル計算機 6 4 を含み、これらの両者はオリジナル入力信号 S_{PCM} を受信する。フィルタ・バンク 6 1 の出力信号は、減算器 6 5 の第 1 の入力部に送られ、また、第 1 の量子化手段 6 2 を介して、第 1 の減算器 6 5 の第 2 の入力部およびロッシー・ビット・ストリーム 4 1 1 を生成する符号化 / ビット・ストリーム・パッキング手段 6 3 に供給される。分析フィルタ・バンク 6 1 は、信号 S_{PCM} をサブバンド・ドメインに変換する。

【 0 0 2 6 】

スペクトラムの振幅 A と周波数 f との関係を示す信号 6 1 1 の例示的なスペクトラムが図 7 a に示されている。計算機 6 4 によって提供される知覚モデルの制御に従って、第 1 の量子化器 6 2 において信号 6 1 1 の量子化が行われる。エラー信号 6 5 1 は、オリジナル・サブバンド・サンプル 6 1 1 から量子化されたサブバンド・サンプル 6 2 1 を減算することによって算出することができる。通常、エラー信号の振幅は、知覚モデルにおいて定められたマスキング閾値に比例する。例示的なエラー信号 6 5 1 が、信号 6 1 1 と比較して図 7 b に示されている。

【 0 0 2 7 】

エラー信号 6 5 1 は、第 2 の量子化手段 6 6 において、他のエラー信号 6 8 1 が第 2 の減算器 6 8 およびアダプテーション・コントローラ 6 7 によって構成されるアダプテーション制御ループ内において算出されるようにして量子化される。ここで、他のエラー信号 6 8 1 は、信号 6 5 1 と第 2 の量子化器 6 6 の出力信号との差であり、図 7 c に示されているように信号 6 1 1 および 6 5 1 と共にホワイト・スペクトラムに近づく。第 2 の量子化器 6 6 の出力信号は、補助情報 4 1 2 の一部としてロッシー復号器 4 2 およびロスレス符号器 / パッカ 4 5 に送信されるスペクトラル・ホワイトニング・データ 6 6 1 に相当する。アダプテーション・コントローラ 6 7 は、第 2 の量子化器 6 6 を制御し、信号 6 6 1 の量子化およびビット・レートが正しいかを検出する処理を行う。ビット・レートが所定の閾値を超えており、従って「ホワイト」と評価されないと、補助情報 4 1 2 の中で、エスケープ信号 6 7 1 が送信され、ロスレス符号器 / パッカ 4 5 が追加の L P C デコリレーションを使用することを示す。アダプテーション・コントローラ 6 7 は、量子化器 6 6 のための最適な量子化ステップを設定し、フラット・ノイズ・フロアを有効にする（図 7 c の信号 6 8 1 を参照）。この制御には、信号 6 5 1 のパワー分析が含まれていてもよい。インタラクティブ処理は必要ではない。アダプテーション・コントローラ 6 7 の第 2 のタスクは、エントロピー符号化された信号 6 6 1 のビット・レートの推定を監視することである。信号 6 6 1 は、後に、ステップ（ステージ）9 3 において、エントロピー符号化される。エントロピー符号化された信号 6 6 1 のビット・レートは、「ロスレス」ビット・ストリーム 4 5 1 のオーバーオール・レートに対して主に寄与する。このビット・レートの推定値が閾値を超える場合には、タイム・ドメインにおいて追加の L P C デコリレーションを使用するためのエスケープ信号 6 7 1 が送信される。

【 0 0 2 8 】

他の実施形態においては、アダプテーション・コントローラ 6 7 は、信号 6 8 1 がもはやホワイトではなくなるように信号 6 6 1 を最適化することができる（すなわち、アダプテーション・コントローラは、周波数ピン軸に亘って種々の量子化ステップを使用する）。ノイズ・フロア 6 8 1 は、次に、種々の L P C フィルタのディクショナリからの所与の

LPCデコリレータ・フィルタの特性と整合するように形成される。そして、最も低いコスト（すなわち、ビット・レートシェア）を有する信号681に最も近く整合したものを検出するために、アダプテーション制御プロセスはインタラクティブになる。この実施形態は図7dに示されている。

【0029】

ロッシー復号器

図8に示したロッシー復号器42は、ロッシー・ビット・ストリーム411を受信する。このロッシー・ビット・ストリーム411は、ビット・ストリーム・デパッカ81においてデパックされ、サブバンド・サンプル復号器82において復号化され（場合によっては、逆量子化器スケール・ファクタ処理を含む）、サブバンド・サンプル信号821が生成される。このサブバンド・サンプル信号821は、図6のロッシー符号化器における信号621と同一である。信号821は、信号 S_{Dec} のデータ値のブロックをその都度復元する合成フィルタ・バンク83におけるタイム・ドメインに再び変換される。図6および図7cにおける信号681の量子化エラーと同一の、サブバンド・ドメインにおける量子化エラーを有する信号841を形成するために、（デパッキングに続くロスレス拡張ストリームから受信される）スペクトラル・ホワイトニング・データ661が結合器84内で信号821に付加される。合成フィルタ・バンク85は、信号841を再びタイム・ドメインに変換し、信号 S'_{Dec} のデータ値のブロックをその都度復元する。なぜならば、通常、信号 S_{Dec} および信号 S'_{Dec} のいずれかが出力され、信号821または信号841のそれぞれに結合される単一の合成フィルタが使用されるからである。

【0030】

ロッシー復号器は、特別の整数演算を用いる独立したプラットフォームで実現されるとよい。符号化側または復号化側でのロスレス復号器内において所与のビット・ストリームを信号 S'_{Dec} へ復号化することにより、ARMベース、Intel Pentium（登録商標）ベース、またはDSPベースのプラットフォームのようなあらゆるプラットフォームで数値的に等価な結果を生み出す必要がある。

【0031】

バッファおよび同期

ロッシー符号化および復号化は、図4における信号 S_{PCM} と S'_{Dec} との間に遅延を生じさせる。ストリーミング中のリアルタイム・アプリケーションにおいてロスレス符号器を動作させる場合、ロッシー符号器は、この遅延を把握し、図4における減算器44においてサンプルと同じ（すなわち、同期した）動作を保証するために、バッファ43内でFIFO（先入れ先出し）バッファ制御を行う。

【0032】

ファイル間処理のためにロスレス符号器を動作させる場合、例えば、PCMオーディオ・ファイルをロスレス符号化されたファイルに変換する場合、バッファ43を米国特許第6903664号明細書に記載された同期手段を使用することによって置き換えることができる。

【0033】

好ましい実施形態においては、ロッシー符号器は、符号化の遅延およびオリジナル・ファイルの長さを示す情報項目を、ロッシー・ビット・ストリームの、オーディオ・フレームの初めの1つまたは2つの補助データ部分、および、ロスレス拡張の第1のフレームの中に挿入する。ロッシー復号器42および51は、この情報を読み出し、遅延情報によって示された最初の符号化された（ゼロ）サンプルをスキップする。

【0034】

ロスレス符号器／パッカ

図9に、図4のロスレス符号器／パッカ45をより詳細に示す。通常の処理の間、エラー信号 S_{Diff} は、高度にデコリレートされており、エントロピー符号器93でエントロピー符号化可能である。好ましい実施の形態では、その符号化にGolomb-Rice符号化が使用される。さらに、（バス412からの）スペクトラル・ホワイトニング・

データ 6 6 1 が、異なる符号化方法、例えば、H u f f m a n 符号化を用いて、符号器 9 3 においてエントロピー符号化される。パッカ 9 4 は、エントロピー符号化データ 9 3 1 およびロッシー符号器 4 1 からのエスケープ信号 6 7 1 のような他の情報項目 4 1 2 を使用してフレーム・ベースのビット・ストリームを形成し、ロスレス拡張ストリーム 4 5 1 を出力する。ロッシー符号器 4 1 によってエスケープ信号 6 7 1 で示されている場合には、エラー信号 $S_{D i f f}$ を L P C デコリレータ 9 1 で線形予測を用いてさらにデコリレートしてもよい。L P C デコリレータ 9 1 は、図 1 0 にさらに詳しく示されている。L P C デコリレータ 9 1 はバス 4 2 1 からヘルパー情報を受信する。(バス 4 1 2 からの) エスケープ信号 6 7 1 に従った切り替えが、スイッチ 9 2 によって行われる。

【 0 0 3 5 】

10

L P C デコリレータ

図 1 0 の L P C デコリレータでは、減算器 1 0 1 において、入力信号 $S_{D i f f}$ から、予測器 1 0 2 を通過した入力信号 $S_{D i f f}$ が減算される。その出力信号が、スイッチ 9 2 に供給される。予測器 1 0 2 は、フィルタ決定部 1 0 3 を使用して算出されるフィルタを使用する。そのフィルタ係数は、バス 4 2 1 からのヘルパー情報から導かれている。フィルタ決定部 1 0 3 は以下のように動作することができる。

【 0 0 3 6 】

モード 1

復号器のスケール・ファクタの各々は、信号 4 2 1 としてフィルタ決定部 1 0 3 に送信される。これらのスケール・ファクタ s_i は、トランスフォーム・ドメインにおける残差

20

のスペクトラル・パワーを推定することに使用される。
 $S_{e e}(i) = 2^{-3/8} s_i$ 、 $i = 0, \dots, N_{b a n d} - 1$ (ビン数) であり、これに従うと段階的なパワー推定を平滑化させることが可能である。

これらのスペクトラル・パワー値は複製され、偶数のシーケンス $S'_{e e}(i)$ 、 $i = \dots, N_{b a n d} - 1, \dots, 2 N_{b a n d} - 1$ を形成する。これは、実数値の逆 F E T シーケンスを可能にするために行われる。この後、自動コリレーションが i F F T ($S'_{e e}(i)$) によって算出される。L P C 係数を決定するために L e v i s o n - D u r b i n アルゴリズムを使用することができる。

【 0 0 3 7 】

この処理は、ロスレス復号器において使用することもできる。高周波数スペクトラルの関連する部分が、ロッシー符号器のビット・ストリーム 4 1 1 内で送信されないならば、この欠落した情報 6 3 1 は、ロッシー符号器におけるステップ (ステージ) 6 3 からパッカ 9 4 に送信のために送られ、デパッカ 1 1 1 からフィルタ決定部 1 0 3 に送られる。

30

【 0 0 3 8 】

モード 2

1 組の L P C フィルタ係数が、アダプテーション・コントローラ 6 7 によって、複数組の L P C フィルタ係数のディレクトリから選択される。そこで、信号 6 3 1 は、選択された係数の組のディレクトリ・インデックスとなり、送信のためにパッカ 9 4 に受け渡される。

【 0 0 3 9 】

40

補助情報

補助情報バス 4 1 2 および 4 2 1 は、ロッシー符号器 4 1 からロッシー復号器 4 2 にデータを搬送し、いずれか一方からロスレス符号器 / パッカ 4 5 にデータ搬送する。これらのバス 4 1 2 および 4 2 1 は、以下のデータ要素を含んでいる。

- 符号化されたスペクトラル・ホワイトニング・データ 6 6 1 (符号器 4 1 から復号器 4 2 と符号器 / パッカ 4 5 とにバス 4 1 2 を介して送信される)
- 他の L P C デコリレーションを示すエスケープ信号 6 7 1 (符号器 4 1 から符号器 / パッカ 4 5 にバス 4 1 2 を介して送信される、即ち、L P C デコリレーションおよび L P C 合成がアクティブであることを示す)
- ヘルパー情報信号 (復号器 4 2 から符号器 / パッカ 4 5 または 9 4 のそれぞれにバス

50

4 2 1 を介して送信される)、即ち、L P C フィルタ決定のためのスケール・ファクタ
 - 高周波数帯域、または、1組の所定のL P C フィルタ係数に関する欠落したスケール・ファクタを送信するために、ロッシー符号器4 1 から符号器パッカ4 5 / 9 4 に送信される、ヘルパー情報信号6 3 1

- ファイル間アプリケーションのための、ロッシー符号器の遅延値および/またはオリジナル・ファイル長の値(符号器4 1 から復号器4 2 と符号器/パッカ4 5 とにバス4 1 2 を介して送信される)

【0 0 4 0】

ロッシー・ベースのロスレス復号化

図2を参照して既に説明したように、復号化は、ロッシー復号器2 5 およびロスレス復号器2 7 を使用して実行され、これらの出力信号が結合されてオリジナルの入力信号サンプル S_{PCM} を再現する。復号化は、種々のモードで行うことができるという利点がある。

【0 0 4 1】

モード1

復号器は、ロスレス拡張ストリーム4 5 1 が存在していなくても、どのような準拠ロッシー・ビット・ストリーム4 1 1 でも復号化することができ、信号 S_{DEC} を生成する。このモードは、ロスレス拡張ストリーム4 5 1 が存在しているときもアクティブであるが、別のモードを使用するためのパーミッションが与えられることはない。好ましくは、復号器は、自己の権限のデータベース内の一致するパーミッションIDを求めて、ロスレス拡張ストリームをチェックする。

【0 0 4 2】

モード2

この中間品質モードは、ロスレス拡張ストリーム・データを検査する際の復号器におけるパーミッション・チェックによっても有効になる。ホワイトニング・データ6 6 1 のみがデパックされ、ロッシー復号器によって使用され、信号 S'_{DEC} を生成する。

【0 0 4 3】

モード3

ロスレス・モード復号化が、肯定的なパーミッション・チェック結果が得られた後に開始され、信号 S_{PCM} が出力される。

【0 0 4 4】

図8に、対応するロッシー復号器5 1 がより詳細に示されている。動作モードが、ロスレス・デパッカ/復号器5 2 からの補助情報5 2 1 内の信号により伝えられる。基本的に、ロッシー復号器4 2 について説明したものと同一説明が当てはまる。符号化されたロッシー・ビット・ストリーム4 1 1 は、ビット・ストリームをデパックする手段8 1 に入った後、サブバンド・サンプルを復号化する手段8 2 に入り、さらに、復号化されたロッシーPCM信号 S_{DEC} を出力する合成フィルタ・バンク8 3 に入る。手段8 2 からの出力信号8 2 1 は、加算器8 4 において、対応するスペクトラル・ホワイトニング・データ6 6 1 と結合される。結合された信号8 4 1 は、復号化されたロッシーPCM信号 S'_{DEC} を出力する第2の合成フィルタ・バンク8 5 に入る。

【0 0 4 5】

ロスレス・デパッカ/復号器

図11は、ロスレス・デパッカ/復号器5 2 をより詳細に示している。ロスレス・デパッカ1 1 1 は、ロスレス拡張ストリーム4 5 1 を受信する。このロスレス拡張ストリーム4 5 1 は構文解析され、デパックされる。

【0 0 4 6】

制御情報がオペレーション・コントローラ1 1 5 にルーティングされ、ファイル間アプリケーションの場合、一貫性(整合性)チェックを行って、ロッシー・ビット・ストリーム4 1 1 に関する整合性を確認することができる。オプションとして、リファレンス・フィンガープリント(例えば、CRCデータ)がロスレス拡張ストリーム4 5 1 から抽出さ

10

20

30

40

50

れ、現在のフィンガープリントが、ロスレス・ビット・ストリーム 4 1 1 の特定のデータ・ブロックに亘って算出される。両方のフィンガープリントが同じ場合には、通常の処理が進められる。次のステップとして、パーミッション・チェックが、許可された動作モードを特定するために実行してもよい。外部データベースから受信された対応する情報項目 1 1 5 1 が、受信されたビット・ストリームのパーミッション識別子との比較のために使用される。現在のモードが判定され、対応する信号 1 1 5 2 が、関連する情報を補助情報チャンネル 5 2 1 を使用してロッシー復号器 5 1 に送信することに使用される。特別な実施形態においては、暗号化されたロスレス拡張ストリームを解読する手段がさらに使用されることがある。

【 0 0 4 7 】

デパッキングの後、オーディオ拡張信号データ 1 1 1 1 がエントロピー復号器 1 1 2 においてエントロピー復号化される。エントロピー復号化されたスペクトラル・ホワイトニング・データ項目は、対応するように、例えば符号器 1 1 2 において復号化される。復号化されたホワイトニング・データ 6 6 1 は、ロッシー復号器 5 1 に送信され、差信号データ S_{diff} が結合器または加算ユニット 5 3 に送信される。他の L P C 合成に適用されるエスケープ情報がデパッカ 1 1 1 およびオペレーション・コントローラ 1 1 5 によってビット・ストリーム 4 5 1 内に特定されると、このコントローラは、信号 1 1 5 3 を使用してスイッチャ 1 1 3 を L P C 合成パスに切り替える。L P C 合成フィルタ 1 1 4 の係数は、ヘルパー情報 1 1 4 1 を使用して計算される。このヘルパー情報 1 1 4 1 は、デパッカ 1 1 1 から提供されるか、ロッシー・ビット・ストリームのスケール・ファクタまたは復号器のサブバンド信号 8 4 1、欠落スケール・ファクタのようなロスレス・拡張ビット・ストリーム 4 5 1 において送信される追加情報またはロッシー・ビット・ストリーム 4 1 1 において送信されない高周波数帯域のスペクトラル・パワー情報、または 1 組の所定の L P C 係数を示すインデックス値から定められる。

【 0 0 4 8 】

補助情報

補助情報 5 2 1 は、ロッシー・復号器 5 1 とロスレス・デパッカ / 復号器 5 2 との間でやり取りされ、以下の情報およびデータ要素を含んでいる。

- モード・インジケータ信号 1 1 5 2 (復号器 5 2 に送信される)
- スペクトラル・ホワイトニング・データ 6 6 1 (復号器 5 2 に送信される)
- L P C フィルタ係数を求めるための、ロッシー復号器 4 2 からのヘルパー情報 1 1 4 1 (ロスレス・デパッカ / 復号器 5 2 に送信される)
- ファイル間アプリケーションのための、ロッシー符号器の遅延値および / またはオリジナル・ファイル長の値 (復号器 5 2 に送信される)

【 0 0 4 9 】

ロスレス拡張ビット・ストリーム

以下のデータ要素をヘッダ・データ要素としてロスレス拡張ビット・ストリーム内に設けることができる。

- 対応するロッシー・ビット・ストリームを明確に特定するフィンガープリント
この要素は、特に、2つのファイルのアプリケーションに必要であり、コンテナ (1 つのファイル) およびストリーミング・アプリケーションでは考慮されない場合がある。
- モード・インジケータおよび対応する D R M 情報
- 同期情報 (ロッシー符号化の遅延、オリジナル・ファイル長、ファイル終了インジケータ)
- オリジナル信号の P C M ワード・サイズ (1 6 、 2 0 、または 2 4 ビット)
- (可変ビット・レート) ストリーム内部のロスレス・データ・フレームの高速なアドレス指定を可能にし、コンスタント・フレーム・インターバル・ポインタおよびフレーム・インターバル長インジケータのテーブルから構成される、キュー・ポイント情報

【 0 0 5 0 】

ファイル間アプリケーションにおいて、これらの情報項目は、ロスレス・ビット・スト

リームの最初において1度だけ提供される必要がある。ストリーミング・アプリケーションにおいて、キューポイント・データを除き、これらの情報項目はNフレーム毎に送信される必要がある。

【0051】

ロスレス拡張ビット・ストリームのフレーム・データ要素は以下の通りである。

- ロッシー・ビット・ストリームのための、フレーム同期処理を有効にするフレーム境界インジケータ

- 符号化されたスペクトラル・エラー（即ち、ホワイトニング）・データ
- 追加のLPC合成およびLPCヘルパー情報を示すエスケープ情報
- 符号化された時間エラー信号データ

10

【0052】

図12に、ロスレス拡張ストリーム・ファイル・フォーマットを示す。ファイル・ヘッダは、復号化処理を開始するための補助情報を提供する。ヘッダ・データに続いて、中間品質のオーディオ信号を再構築するデータ、およびロスレス品質のオーディオ信号を再構築するデータを含む可変長のデータ・フレームが配列される。

ファイル・ヘッダ・データ：

- ヘッダID
- ヘッダ長
- フィンガープリント（例えば、CRC32データ）
- モード・インジケーション情報ブロック
- 補助情報：コーデックの遅延、オリジナル・ファイル長、PCMワード・サイズ、サンプル・レート
- キューポイント・テーブル・データ・ブロック：ブロック長の値、フレーム内インターバル情報、テーブル・エントリ数、ポインタ・テーブル

20

フレーム・データ：

- 同期ワード（オプション）およびフレーム長
- 符号化されたスペクトラル・エラー（即ち、ホワイトニング）・データ：ブロック長、符号化されたデータ。これは、中間品質（モード2）に復号化するのに必要なデータである。このようなデータが存在する場合、モード2で動作する復号器はフレーム・データの残りの部分をスキップする。
- LPCヘルパー情報：ブロック長の値、LPCモード・インジケータ、符号化されたデータ
- 符号化された時間情報信号：ブロック長の値、符号化されたデータ

30

【0053】

ビット・ストリーム・フォーマットおよび権限管理

ロッシー・ビット・ストリーム411およびロスレス拡張ストリーム451が、種々のストレージまたはストリーミング・アプリケーション用にフォーマットされる（図13参照）。ロッシー・ベースのロスレス符号化131の出力信号411および451が、ビット・ストリーム・フォーマッタ132に供給される。結果として得られる出力信号1322は、単一のストリームまたはファイルでもよいし、2つのストリームまたは2つのファイルで構成されていても。権限管理処理が、対応する権限管理データ1321をフォーマッタ132に供給することによって行われる。復号化側では、対応するビット・ビットストリーム・デフォーマッタを使用することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1】ロスレス・オーディオ信号圧縮の公知の原理を示す図である。

【図2】公知のロッシー・ベースのロスレス符号器および復号器を示す基本ブロック図である。

【図3】ロッシー符号器およびロッシー復号器の公知の動作原理を示す図である。

【図4】本発明のロッシー・ベースのロスレス符号化を示すブロック図である。

50

【図 5】本発明のロッシー・ベースのロスレス復号化を示すブロック図である。

【図 6】図 4 のロッシー符号器のより詳細なブロック図である。

【図 7】例示的な信号として、a) ロッシー符号器のサブバンド・ドメインにおける信号スペクトラム、b) 知覚的に制御された量子化の後のエラー信号、c) ホワイトニングの後のエラー信号、および d) 所与の L P C フィルタ信号に適合したスペクトラル・ノイズ整形を示す図である。

【図 8】図 5 のロッシー復号器のより詳細なブロック図である。

【図 9】図 4 のロスレス符号器およびパッカのより詳細なブロック図である。

【図 10】L P C デコリレータを示す図である。

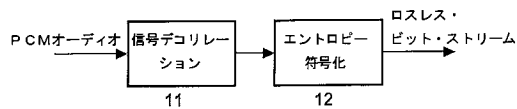
【図 11】図 5 のロスレス・デパッカおよび復号器のより詳細なブロック図である。

10

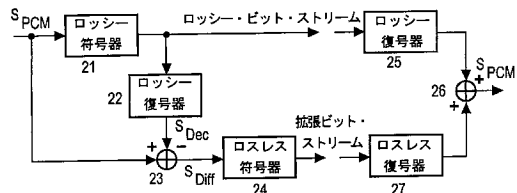
【図 12】拡張ファイル構造を示す図である。

【図 13】ビット・ストリームのフォーマットを示す図である。

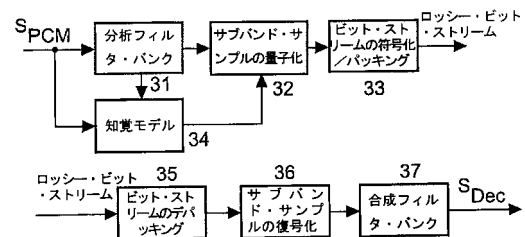
【図 1】



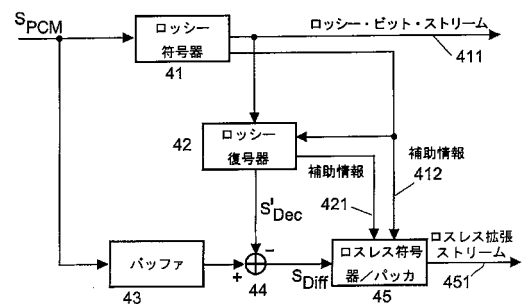
【図 2】



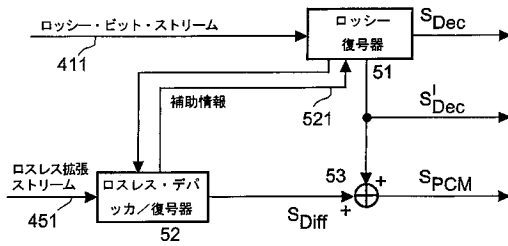
【図 3】



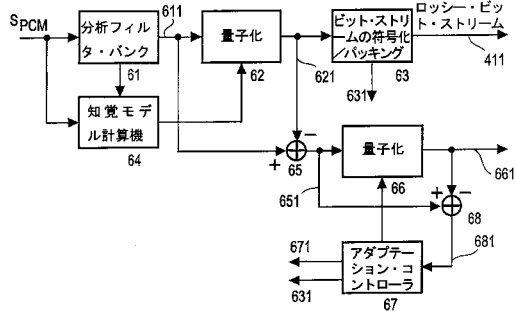
【図 4】



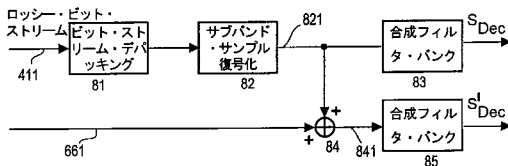
【図 5】



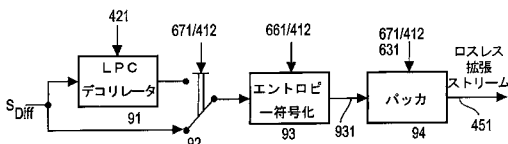
【図 6】



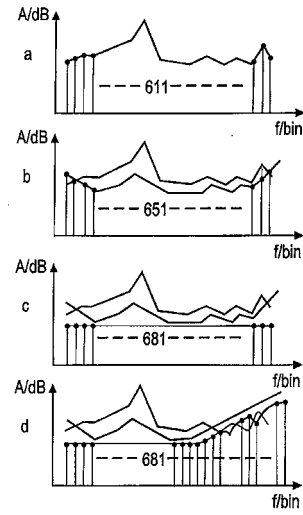
【図 8】



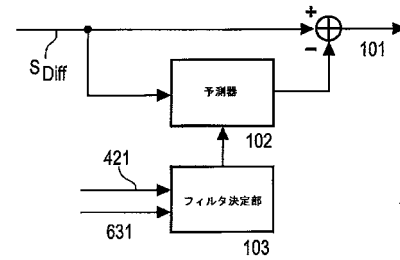
【図 9】



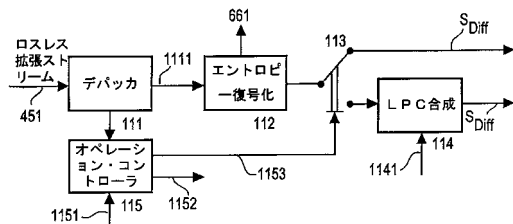
【図 7】



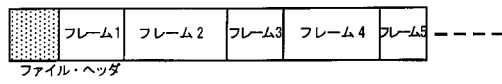
【図 10】



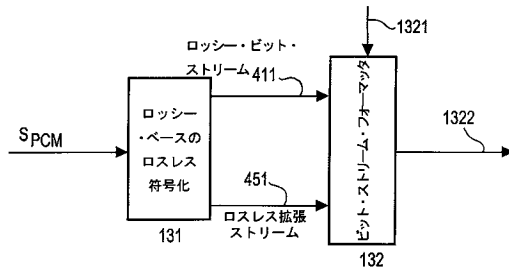
【図 11】



【図 12】



【図 13】



 フロントページの続き

- (72)発明者 ヤックス, ペーター
ドイツ国 3 0 5 3 9 ハノーファー アム・ビーゼンガルテン 1
- (72)発明者 カイラー, フロリアン
ドイツ国 3 0 1 6 1 ハノーファー クライネ・フアールシュトラッセ 2 0
- (72)発明者 ブイブボルト, オリファー
ドイツ国 3 0 1 6 1 ハノーファー アウフ・デム・レルヘンベルゲ 8
- (72)発明者 コルドン, スフエン
ドイツ国 3 0 1 7 3 ハノーファー ヒルデスハイマー・シュトラッセ 1 1 7

審査官 田部井 和彦

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2 0 0 4 / 0 0 5 4 5 2 9 (U S , A 1)
米国特許出願公開第2 0 0 2 / 0 0 8 7 3 0 4 (U S , A 1)
米国特許第0 6 4 9 8 8 1 1 (U S , B 1)
独国特許出願公開第1 9 7 4 2 2 0 1 (D E , A 1)
特表2 0 0 7 - 5 2 2 5 0 9 (J P , A)
特開平1 1 - 1 0 9 9 9 6 (J P , A)
ADISTAMBHA K , An Investigation Embedded Audio Coding Using An AAC Perceptually Lossless Base Layer , PROCEEDINGS OF THE 10TH AUSTRALIAN INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPEECH SCIENCE AND TECHNOLOGY , 2 0 0 4 年1 2 月 8 日 , P227-230
JIN A , SCALABLE AUDIO CODER BASED ON QUANTIZER UNITS OF MDCT COEFFICIENTS , 1999 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH, AND SIGNAL PROCESSING , 米国 , IEEE , 1 9 9 9 年 3 月1 5 日 , V2 , P897-900
JIN A , A Hierarchical Lossless/Lossy Coding System for High Quality Audio up to 192kHz Sampling 24 Bit Format , IEEE TRANSACTIONS ON CONSUMER ELECTRONICS , 米国 , IEEE SERVICE CENTER , 2 0 0 3 年 8 月 , V49 N3 , P759-764

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G10L 11/00-21/06
H03M 7/30
IEEE Xplore