

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5710476号
(P5710476)

(45) 発行日 平成27年4月30日 (2015. 4. 30)

(24) 登録日 平成27年3月13日 (2015. 3. 13)

(51) Int. Cl. F I
G 1 O L 19/06 (2013. 01) G 1 O L 19/06 B
G 1 O L 19/12 (2013. 01) G 1 O L 19/12

請求項の数 32 (全 40 頁)

(21) 出願番号	特願2011-516937 (P2011-516937)	(73) 特許権者	504226412
(86) (22) 出願日	平成21年7月10日 (2009. 7. 10)		ヴォイスエイジ・コーポレーション
(65) 公表番号	特表2011-527441 (P2011-527441A)		カナダ・ケベック・H3R・2H6・モン
(43) 公表日	平成23年10月27日 (2011. 10. 27)		トリオール・ルサヌ・ロード・750・
(86) 国際出願番号	PCT/CA2009/000979		スイート・250
(87) 国際公開番号	W02010/003252	(74) 代理人	100108453
(87) 国際公開日	平成22年1月14日 (2010. 1. 14)		弁理士 村山 靖彦
審査請求日	平成24年6月20日 (2012. 6. 20)	(74) 代理人	100064908
(31) 優先権主張番号	61/129, 669		弁理士 志賀 正武
(32) 優先日	平成20年7月10日 (2008. 7. 10)	(74) 代理人	100089037
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 渡邊 隆
(31) 優先権主張番号	61/202, 075	(74) 代理人	100110364
(32) 優先日	平成21年1月27日 (2009. 1. 27)		弁理士 実広 信哉
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スーパーフレームにおいてLPCフィルタの量子化および逆量子化を行うためのデバイスおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

フレームのシーケンスを含むスーパーフレーム内において、前記シーケンスの前記フレームにおいて計算されたLPCフィルタを量子化するための方法であって、

最初に絶対量子化を使用して前記LPCフィルタのうちの1つを量子化するステップと、他のLPCフィルタの各々に関して絶対量子化の選択および前記LPCフィルタのうちの少なくとも1つのすでに量子化されているフィルタに関する差分量子化の選択を行う量子化プロセスを使用して、他のLPCフィルタを量子化するステップと、
 を含み、

前記最初に絶対量子化を使用して量子化された前記1つのLPCフィルタは、前記シーケンスの最初のフレーム以外の前記シーケンスのフレームにおいて計算されたLPCフィルタである

ことを特徴とするLPCフィルタを量子化するための方法。

【請求項2】

前記最初に量子化されたLPCフィルタは、復号器に常に伝送される前記LPCフィルタのうちの1つおよび前記シーケンスの最後のフレームにおいて計算される前記LPCフィルタからなる群から選択されることを特徴とする請求項1に記載のLPCフィルタを量子化するための方法。

【請求項3】

フレームの前記シーケンスは、フィルタLPC1が計算される第1のフレーム、フィルタLPC

2が計算される第2のフレーム、フィルタLPC3が計算される第3のフレーム、およびフィルタLPC4が計算される第4のフレームを含み、

最初に前記LPCフィルタを量子化するステップは、絶対量子化を使用して前記フィルタLPC4を量子化するステップを含み、

前記他のLPCフィルタを量子化するステップは、

絶対量子化および前記量子化されたフィルタLPC4に関する差分量子化からなる群から選択される量子化モードを使用して前記フィルタLPC2を量子化するステップと、

絶対量子化および前記量子化されたフィルタLPC2に関する差分量子化からなる群から選択される量子化モードを使用して前記フィルタLPC1を量子化するステップと、

絶対量子化、前記量子化されたフィルタLPC2に関する差分量子化、前記量子化されたフィルタLPC4に関する差分量子化、および前記量子化されたフィルタLPC2およびLPC4の両方に関する差分量子化からなる群から選択される量子化モードを使用して前記フィルタLPC3を量子化するステップと、

を含むことを特徴とする請求項1に記載のLPCフィルタを量子化するための方法。

【請求項4】

1つのフレームの継続時間を対象とする少なくとも1つの第1の符号化モード、2つのフレームの継続時間を対象とする第2の符号化モード、および4つのフレームの継続時間を対象とする第3の符号化モードを含む、前記スーパーフレームを符号化するための符号化モードの集合を使用するステップを含むことを特徴とする請求項3に記載のLPCフィルタを量子化するための方法。

【請求項5】

前記少なくとも1つの第1の符号化モードは、ACELPおよびTCX256を含み、前記第2の符号化モードは、TCX512であり、前記第3の符号化モードは、TCX1024であることを特徴とする請求項4に記載のLPCフィルタを量子化するための方法。

【請求項6】

前記量子化されたフィルタLPC4を復号器に伝送するステップと、

前記スーパーフレームの前記第1、第2、第3、および第4のフレームが、前記第3の符号化モードを使用して符号化されない場合に、前記量子化されたフィルタLPC2を前記復号器に伝送するステップと、

前記スーパーフレームの前記第1および第2のフレームが、前記少なくとも1つの第1の符号化モードを使用して符号化される場合に、前記量子化されたフィルタLPC1を前記復号器に伝送するステップと、

前記スーパーフレームの前記第3および第4のフレームが、前記少なくとも1つの第1の符号化モードを使用して符号化される場合に、前記量子化されたフィルタLPC3を前記復号器に伝送するステップと、

を含むことを特徴とする請求項4に記載のLPCフィルタを量子化するための方法。

【請求項7】

前記量子化されたフィルタLPC2およびLPC4の両方に関する差分量子化を使用して前記フィルタLPC3を量子化するステップは、 $(LPC2+LPC4)/2$ に関して前記フィルタLPC3を差分量子化するステップを含むことを特徴とする請求項3に記載のLPCフィルタを量子化するための方法。

【請求項8】

前のスーパーフレームにおいて計算された最後のLPCフィルタに対応するフィルタLPC0を量子化するステップをさらに含み、

前記フィルタLPC1を量子化するステップは、絶対量子化、前記量子化されたフィルタLPC2に関する差分量子化、および前記量子化されたフィルタLPC0とLPC2の両方に関する差分量子化からなる群から選択される量子化モードを使用するステップを含むことを特徴とする請求項3に記載のLPCフィルタを量子化するための方法。

【請求項9】

前記フィルタLPC1、LPC2、LPC3、およびLPC4のすべてが量子化された後に前記スーパー

10

20

30

40

50

フレームの前記第1、第2、第3、および第4のフレームを符号化するために前記少なくとも1つの第1の符号化モード、前記第2の符号化モード、および前記第3の符号化モードのうちから少なくとも1つの符号化モードを選択するステップを含むことを特徴とする請求項4に記載のLPCフィルタを量子化するための方法。

【請求項10】

フレームのシーケンスを含むスーパーフレーム内において、前記シーケンスの前記フレームにおいて計算されたLPCフィルタを量子化するためのデバイスであって、

最初に絶対量子化を使用して前記LPCフィルタのうちの1つを量子化するための手段と、他のLPCフィルタの各々に関して絶対量子化の選択および前記LPCフィルタのうちの少なくとも1つのすでに量子化されているフィルタに関する差分量子化の選択を行う量子化プロセスを使用して、前記他のLPCフィルタを量子化するための手段と、
を備え、

前記最初に絶対量子化を使用して量子化された前記1つのLPCフィルタは、前記シーケンスの最初のフレーム以外の前記シーケンスのフレームにおいて計算されたLPCフィルタである

ことを特徴とするLPCフィルタを量子化するためのデバイス。

【請求項11】

前記最初に量子化されたLPCフィルタは、復号器に常に伝送される前記LPCフィルタのうちの1つおよび前記シーケンスの最後のフレームにおいて計算される前記LPCフィルタからなる群から選択されることを特徴とする請求項10に記載のLPCフィルタを量子化するためのデバイス。

【請求項12】

フレームの前記シーケンスは、フィルタLPC1が計算される第1のフレーム、フィルタLPC2が計算される第2のフレーム、フィルタLPC3が計算される第3のフレーム、およびフィルタLPC4が計算される第4のフレームを含み、

最初に前記LPCフィルタを量子化するための前記手段は、絶対量子化を使用して前記フィルタLPC4を量子化するための手段を含み、

前記他のLPCフィルタを量子化するための前記手段は、

絶対量子化および前記量子化されたフィルタLPC4に関する差分量子化からなる群から選択される量子化モードを使用して前記フィルタLPC2を量子化するための手段と、

絶対量子化および前記量子化されたフィルタLPC2に関する差分量子化からなる群から選択される量子化モードを使用して前記フィルタLPC1を量子化するための手段と、

絶対量子化、前記量子化されたフィルタLPC2に関する差分量子化、前記量子化されたフィルタLPC4に関する差分量子化、および前記量子化されたフィルタLPC2およびLPC4の両方に関する差分量子化からなる群から選択される量子化モードを使用して前記フィルタLPC3を量子化するための手段と、

を含むことを特徴とする請求項10に記載のLPCフィルタを量子化するためのデバイス。

【請求項13】

1つのフレームの継続時間を対象とする少なくとも1つの第1の符号化モード、2つのフレームの継続時間を対象とする第2の符号化モード、および4つのフレームの継続時間を対象とする第3の符号化モードを含む符号化モードの集合を使用して前記スーパーフレームを符号化するための手段を備えることを特徴とする請求項12に記載のLPCフィルタを量子化するためのデバイス。

【請求項14】

前記少なくとも1つの第1の符号化モードは、ACELPおよびTCX256を含み、前記第2の符号化モードは、TCX512であり、前記第3の符号化モードは、TCX1024であることを特徴とする請求項13に記載のLPCフィルタを量子化するためのデバイス。

【請求項15】

前記量子化されたフィルタLPC4を復号器に伝送するための手段と、

前記スーパーフレームの前記第1、第2、第3、および第4のフレームが、前記第3の符号

化モードを使用して符号化されない場合に、前記量子化されたフィルタLPC2を前記復号器に伝送するための手段と、

前記スーパーフレームの前記第1および第2のフレームが、前記少なくとも1つの第1の符号化モードを使用して符号化される場合に、前記量子化されたフィルタLPC1を前記復号器に伝送するための手段と、

前記スーパーフレームの前記第3および第4のフレームが、前記少なくとも1つの第1の符号化モードを使用して符号化される場合に、前記量子化されたフィルタLPC3を前記復号器に伝送するための手段と、

を備えることを特徴とする請求項13に記載のLPCフィルタを量子化するためのデバイス。

【請求項16】

前記量子化されたフィルタLPC2およびLPC4の両方に関する差分量子化を使用して前記フィルタLPC3を量子化するための前記手段は、 $(LPC2+LPC4)/2$ に関して前記フィルタLPC3を差分量子化するための手段を含むことを特徴とする請求項12に記載のLPCフィルタを量子化するためのデバイス。

【請求項17】

前のスーパーフレームにおいて計算された最後のLPCフィルタに対応するフィルタLPC0を量子化するための手段をさらに含み、前記フィルタLPC1を量子化するための前記手段は、絶対量子化、前記量子化されたフィルタLPC2に関する差分量子化、および前記量子化されたフィルタLPC0とLPC2の両方に関する差分量子化からなる群から選択される量子化モードを使用するための手段を含むことを特徴とする請求項12に記載のLPCフィルタを量子化するためのデバイス。

【請求項18】

前記フィルタLPC1、LPC2、LPC3、およびLPC4のすべてが量子化された後に前記スーパーフレームの前記第1、第2、第3、および第4のフレームを符号化するために前記少なくとも1つの第1の符号化モード、前記第2の符号化モード、および前記第3の符号化モードのうちから少なくとも1つの符号化モードを選択するための手段を備えることを特徴とする請求項13に記載のLPCフィルタを量子化するためのデバイス。

【請求項19】

それぞれがLPCフィルタに関連付けられているフレームのシーケンスを含むスーパーフレーム内において少なくとも1つのLPCフィルタを逆量子化するための方法であって、

前記LPCフィルタのうちの1つは、絶対量子化を使用して最初に量子化され、

他方のLPCフィルタは、その後、他のLPCフィルタの各々に関して絶対量子化の選択および前記LPCフィルタのうちの少なくとも1つのすでに量子化されているフィルタに関する差分量子化の選択を行う量子化プロセスを使用して量子化され、

前記最初に絶対量子化を使用して量子化された前記1つのLPCフィルタは、前記シーケンスの最初のフレーム以外の前記シーケンスのフレームにおいて計算されたLPCフィルタであり、

少なくとも1つのLPCフィルタを逆量子化するための前記方法は、

少なくとも前記最初に量子化されたLPCフィルタを受信するステップと、

絶対逆量子化を使用して前記最初に量子化されたLPCフィルタを逆量子化するステップと、

前記最初に量子化されたLPCフィルタ以外の量子化されたLPCフィルタが受信された場合に、絶対逆量子化の前記選択および少なくとも1つのすでに受信されている量子化されたLPCフィルタに関する差分逆量子化の前記選択に従って前記量子化されたLPCフィルタを逆量子化するステップと、

を含むことを特徴とする少なくとも1つのLPCフィルタを逆量子化するための方法。

【請求項20】

前記スーパーフレームは、フィルタLPC1に関連付けられている第1のフレーム、フィルタLPC2に関連付けられている第2のフレーム、フィルタLPC3に関連付けられている第3のフレーム、およびフィルタLPC4に関連付けられている第4のフレームを含み、

10

20

30

40

50

前記フィルタLPC4は、絶対量子化を使用する前記最初に量子化されたLPCフィルタであり、

前記フィルタLPC2は、絶対量子化および前記量子化されたフィルタLPC4に関する差分子量子化からなる群から選択される量子化モードを使用して量子化され、

前記フィルタLPC1は、絶対量子化および前記量子化されたフィルタLPC2に関する差分子量子化からなる群から選択される量子化モードを使用して量子化され、

前記フィルタLPC3は、絶対量子化、前記量子化されたフィルタLPC2に関する差分子量子化、前記量子化されたフィルタLPC4に関する差分子量子化、および前記量子化されたフィルタLPC2およびLPC4の両方に関する差分子量子化からなる群から選択される量子化モードを使用して量子化されることを特徴とする請求項19に記載の少なくとも1つのLPCフィルタを逆量子化するための方法。

10

【請求項 2 1】

前記スーパーフレームは、1つのフレームの継続時間を対象とする少なくとも1つの第1の符号化モード、2つのフレームの継続時間を対象とする第2の符号化モード、および4つのフレームの継続時間を対象とする第3の符号化モードを含む符号化モードの集合を使用して符号化され、

前記少なくとも1つのLPCフィルタを逆量子化するための前記方法は、

前記スーパーフレームの前記第1、第2、第3、および第4のフレームが、前記第3の符号化モードを使用して符号化されない場合に、前記量子化されたフィルタLPC2および前記絶対量子化モードおよび前記差分子量子化モードの一方を示す第1のインデックスを受信するステップと、

20

前記スーパーフレームの前記第1および第2のフレームが、前記少なくとも1つの第1の符号化モードを使用して符号化される場合に、前記量子化されたフィルタLPC1および前記絶対量子化モードおよび前記差分子量子化モードの一方を示す第2のインデックスを受信するステップと、

前記スーパーフレームの前記第3および第4のフレームが、前記少なくとも1つの第1の符号化モードを使用して符号化される場合に、前記量子化されたフィルタLPC3および前記絶対量子化モードおよび前記差分子量子化モードの一方を示す第3のインデックスを受信するステップと、

前記量子化されたフィルタLPC2が受信された場合に、前記第1のインデックスによって示されるように、絶対逆量子化および前記量子化されたフィルタLPC4に関する差分子量子化の一方を使用して前記フィルタLPC2を逆量子化するステップと、

30

前記量子化されたフィルタLPC1が受信された場合に、前記第2のインデックスによって示されるように、絶対逆量子化および前記量子化されたフィルタLPC2に関する差分子量子化の一方を使用して前記フィルタLPC1を逆量子化するステップと、

前記量子化されたフィルタLPC3が受信された場合に、前記第3のインデックスによって示されるように、絶対逆量子化、前記量子化されたフィルタLPC2に関する差分子量子化、前記量子化されたフィルタLPC4に関する差分子量子化、および前記量子化されたフィルタLPC2およびLPC4の両方に関する差分子量子化のうちの1つを使用して前記フィルタLPC3を量子化するステップと、

40

を含むことを特徴とする請求項20に記載の少なくとも1つのLPCフィルタを逆量子化するための方法。

【請求項 2 2】

1つのフレームの継続時間を対象とする前記少なくとも1つの第1の符号化モードは、ACE LPおよびTCX256を含み、

2つのフレームの継続時間を対象とする前記第2の符号化モードは、TCX512であり、

4つのフレームの継続時間を対象とする前記第3の符号化モードは、TCX1024であることを特徴とする請求項21に記載の少なくとも1つのLPCフィルタを逆量子化するための方法。

【請求項 2 3】

前記量子化されたフィルタLPC2およびLPC4の両方に関する差分子量子化を使用して前記

50

フィルタLPC3を逆量子化するステップは、 $(LPC2+LPC4)/2$ に関して前記フィルタLPC3を差分逆量子化するステップを含むことを特徴とする請求項21に記載の少なくとも1つのLPCフィルタを逆量子化するための方法。

【請求項24】

前のスーパーフレームにおいて計算された最後のLPCフィルタに対応する量子化されたフィルタLPC0を受信するステップをさらに含み、

前記フィルタLPC1を逆量子化するステップは、絶対逆量子化、前記量子化されたフィルタLPC2に関する差分逆量子化、および量子化されたフィルタLPC2およびLPC0の両方に関する差分逆量子化のうちの1つを使用するステップを含むことを特徴とする請求項21に記載の少なくとも1つのLPCフィルタを逆量子化するための方法。

10

【請求項25】

前記フィルタLPC1を逆量子化するステップは、絶対逆量子化、前記量子化されたフィルタLPC2に関する差分逆量子化、および量子化されたフィルタLPC2およびLPC0の両方に関する差分逆量子化のうちの1つを使用するステップを含み、

前記方法は、非LPCベース符号化モードからLPCベース符号化モードに切り替えるときに前記量子化されたフィルタLPC0を復号器において推定するステップを含むことを特徴とする請求項21に記載の少なくとも1つのLPCフィルタを逆量子化するための方法。

【請求項26】

それぞれがLPCフィルタに関連付けられているフレームのシーケンスを含むスーパーフレーム内において少なくとも1つのLPCフィルタを逆量子化するためのデバイスであって、

20

前記LPCフィルタのうちの1つは最初に絶対量子化を使用して量子化され、

他のLPCフィルタは、他のLPCフィルタの各々に関して絶対量子化の選択および前記LPCフィルタのうちの少なくとも1つのすでに量子化されているフィルタに関する差分量子化の選択を行う量子化プロセスを使用してその後量子化され、

前記最初に絶対量子化を使用して量子化された前記1つのLPCフィルタは、前記シーケンスの最初のフレーム以外の前記シーケンスのフレームにおいて計算されたLPCフィルタであり、

少なくとも1つのLPCフィルタを逆量子化するためのデバイスは、

少なくとも前記最初に量子化されたLPCフィルタを受信するための手段と、

絶対逆量子化を使用して前記最初に量子化されたLPCフィルタを逆量子化するための手段と、

30

前記最初に量子化されたLPCフィルタ以外の量子化されたLPCフィルタが受信された場合に、絶対逆量子化の前記選択および少なくとも1つのすでに受信されている量子化されたLPCフィルタに関する差分逆量子化の前記選択に従って前記量子化されたLPCフィルタを逆量子化するための手段と、

を備えることを特徴とする少なくとも1つのLPCフィルタを逆量子化するためのデバイス。

【請求項27】

前記スーパーフレームは、フィルタLPC1に関連付けられている第1のフレーム、フィルタLPC2に関連付けられている第2のフレーム、フィルタLPC3に関連付けられている第3のフレーム、およびフィルタLPC4に関連付けられている第4のフレームを含み、

40

前記フィルタLPC4は、絶対量子化を使用する前記最初に量子化されたLPCフィルタであり、

前記フィルタLPC2は、絶対量子化および前記量子化されたフィルタLPC4に関する差分量子化からなる群から選択される量子化モードを使用して量子化され、

前記フィルタLPC1は、絶対量子化および前記量子化されたフィルタLPC2に関する差分量子化からなる群から選択される量子化モードを使用して量子化され、

前記フィルタLPC3は、絶対量子化、前記量子化されたフィルタLPC2に関する差分量子化、前記量子化されたフィルタLPC4に関する差分量子化、および前記量子化されたフィルタLPC2およびLPC4の両方に関する差分量子化からなる群から選択される量子化モードを使用して量子化されることを特徴とする請求項26に記載の少なくとも1つのLPCフィルタを逆量

50

子化するためのデバイス。

【請求項 28】

前記スーパーフレームは、1つのフレームの継続時間を対象とする少なくとも1つの第1の符号化モード、2つのフレームの継続時間を対象とする第2の符号化モード、および4つのフレームの継続時間を対象とする第3の符号化モードを含む符号化モードの集合を使用して符号化され、

少なくとも1つのLPCフィルタを逆量子化するためのデバイスは、

前記スーパーフレームの前記第1、第2、第3、および第4のフレームが、前記第3の符号化モードを使用して符号化されない場合に、前記量子化されたフィルタLPC2および前記絶対量子化モードおよび前記差分量子化モードの一方を示す第1のインデックスを受信するための手段と、

10

前記スーパーフレームの前記第1および第2のフレームが、前記少なくとも1つの第1の符号化モードを使用して符号化される場合に、前記量子化されたフィルタLPC1および前記絶対量子化モードおよび前記差分量子化モードの一方を示す第2のインデックスを受信するための手段と、

前記スーパーフレームの前記第3および第4のフレームが、前記少なくとも1つの第1の符号化モードを使用して符号化される場合に、前記量子化されたフィルタLPC3および前記絶対量子化モードおよび前記差分量子化モードの一方を示す第3のインデックスを受信するための手段と、

前記量子化されたLPC2が受信された場合に、前記第1のインデックスによって示されるように、絶対逆量子化および前記量子化されたフィルタLPC4に関する差分逆量子化の一方を使用して前記フィルタLPC2を逆量子化するための手段と、

20

前記量子化されたフィルタLPC1が受信された場合に、前記第2のインデックスによって示されるように、絶対逆量子化および前記量子化されたフィルタLPC2に関する差分逆量子化の一方を使用して前記フィルタLPC1を逆量子化するための手段と、

前記量子化されたフィルタLPC3が受信された場合に、前記第3のインデックスによって示されるように、絶対逆量子化、前記量子化されたフィルタLPC2に関する差分逆量子化、前記量子化されたフィルタLPC4に関する差分逆量子化、および前記量子化されたフィルタLPC2およびLPC4の両方に関する差分逆量子化のうちの1つを使用して前記フィルタLPC3を逆量子化するための手段と、

30

を備えることを特徴とする請求項27に記載の少なくとも1つのLPCフィルタを逆量子化するためのデバイス。

【請求項 29】

1つのフレームの継続時間を対象とする前記少なくとも1つの第1の符号化モードは、ACE LPおよびTCX256を含み、

2つのフレームの継続時間を対象とする前記第2の符号化モードは、TCX512であり、

4つのフレームの継続時間を対象とする前記第3の符号化モードは、TCX1024であることを特徴とする請求項28に記載の少なくとも1つのLPCフィルタを逆量子化するためのデバイス。

【請求項 30】

40

前記量子化されたフィルタLPC2およびLPC4の両方に関する差分逆量子化を使用して前記フィルタLPC3を逆量子化するための前記手段は、 $(LPC2+LPC4)/2$ に関して前記フィルタLPC3を逆量子化するための手段を含むことを特徴とする請求項28に記載の少なくとも1つのLPCフィルタを逆量子化するためのデバイス。

【請求項 31】

前のスーパーフレームにおいて計算された最後のLPCフィルタに対応する量子化されたフィルタLPC0を受信するための手段をさらに備え、

前記フィルタLPC1を逆量子化するための前記手段は、絶対逆量子化、前記量子化されたフィルタLPC2に関する差分逆量子化、および量子化されたフィルタLPC2およびLPC0の両方に関する差分逆量子化のうちの1つを使用するための手段を含むことを特徴とする請求項2

50

8に記載の少なくとも1つのLPCフィルタを逆量子化するためのデバイス。

【請求項32】

前記フィルタLPC1を逆量子化するための前記手段は、絶対逆量子化、前記量子化されたフィルタLPC2に関する差分逆量子化、および量子化されたフィルタLPC2およびLPC0の両方に関する差分逆量子化のうちの1つを使用するための手段を含み、

前記デバイスは、非LPCベース符号化モードからLPCベース符号化モードに切り替えるときに前記量子化されたフィルタLPC0を復号器において推定するための手段を含むことを特徴とする請求項28に記載の少なくとも1つのLPCフィルタを逆量子化するためのデバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、サウンド(sound)信号、例えば、オーディオ(audio)信号の符号化および復号化に関する。より具体的には、本発明は、例えばスーパーフレームにおける、LPC(線形予測係数)フィルタの量子化および逆量子化のためのデバイスおよび方法に関する。

【背景技術】

【0002】

主観的品質とビットレートとの間のトレードオフが満足のゆくものである効率的なデジタル音声(speech)およびオーディオ符号化技術に対する要求が、テレビ会議、マルチメディア、および無線通信などのさまざまな応用分野において高まりつつある。

【0003】

20

音声符号器は音声信号をデジタルビットストリームに変換し、このデジタルビットストリームは通信チャンネル上で伝送されるか、または記憶媒体に格納される。符号化される音声信号は、2値化される、つまり、サンプリングされ、例えば1サンプル当たり16ビットを使用して量子化される。音声符号器の難題は、良好な主観的音声品質を維持しつつ少ないビット数でデジタルサンプルを表現することにある。音声復号器またはシンセサイザは、伝送または格納されたビットストリームを変換してサウンド信号に戻す。

【0004】

符号励振線形予測(CELP)符号化は、主観的品質とビットレートとの間の適切な妥協点を見いだすための最良の技術の1つである。CELP符号化技術は、無線アプリケーションと有線アプリケーションの両方における複数の音声符号化標準のための基盤である。CELP符号化では、音声信号は、通常フレームと呼ばれる、Lを典型的には10~30msの音声に対応するサンプルの所定の数とするL個のサンプルの連続する複数のブロックでサンプリングされ、処理される。線形予測(LP)フィルタは、フレーム毎に計算され、伝送されるが、LPフィルタは、LPC(線形予測係数)フィルタとも称される。LPCフィルタの計算では、典型的には、先読みを使用する、例えば、後続のフレームから5~15msの音声セグメントを取り出して使用する。Lサンプルフレームは、サブフレームと称される、それより小さな複数のブロックに分割される。それぞれのサブフレームにおいて、励起信号は、通常、過去励起(past excitation)と革新的な固定符号帳励起(fixed-codebook excitation)の2つの成分から得られる。過去励起は、適応符号帳またはピッチ符号帳励起と称されることが多い。励起信号を特徴付けるパラメータは、符号化されて、復号器に送られ、そこで、励起信号が再構成され、LPCフィルタの入力として使用される。

30

40

【0005】

マルチメディアストリーミングおよびブロードキャストなどのアプリケーションでは、音声、音楽、および混合コンテンツを低ビットレートで符号化する必要がある場合がある。その目的のために、音声信号用に最適化されているCELP符号化とオーディオ信号用に最適化されている変換符号化とを組み合わせた符号化モデルが開発された。このようなモデルの一例は、CELPとTCX(Transform Coded eXcitation、変換符号化励起)とを切り替える、AMR-WB+(非特許文献1)である。音楽および混合コンテンツの品質を改善するために、遅延時間を長くにとって変換領域内の周波数分解能を細かくすることができる。AMR-WB+では、4つのCELPフレーム(典型的には80ms)からなる、いわゆるスーパーフレームが使用

50

される。

【 0 0 0 6 】

CELP符号化パラメータは、AMR-WB+では4フレームに1回伝送されるが、LPCフィルタの量子化は、それぞれのフレームにおいて別々に行われる。なお、LPCフィルタは、CELPフレームの場合に1フレーム当たり固定されたビット数で量子化される。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【 0 0 0 7 】

【非特許文献1】3GPP技術仕様書TS 26.290、「Audio Codec Processing Functions; Extended Adaptive Multi-Rate - Wideband (AMR-WB+) Codec; Transcoding Functions」、2005年6月。 10

【非特許文献2】J. Skoglund、J. Linden、「Predictive VQ for Noisy Channel Spectrum Coding: AR Or MA?」、IEEE 1997 International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP'97)、1351~1354頁、ドイツ、ミュンヘン、1997年4月21~24日。

【非特許文献3】H. Zarrinkoub、P. Mermelstein、「Switched Prediction and Quantization of LSP Frequencies」、IEEE 1996 International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP'96)、第2巻、757~760頁、1996年5月7~10日。

【非特許文献4】A. V. McCree、「Method for Switched-Predictive Quantization」、米国特許第6,122,608号。 20

【非特許文献5】R. Laroia、N. Phamdo、およびN. Farvardin、「Robust and Efficient Quantization of Speech LSP Parameters Using Structured Vector Quantizers」、IEEE Int. Conf. on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP' 1991)、641~644頁、ワシントンDC、1991年4月14~17日。

【非特許文献6】M. XieおよびJ.-P. Adoul、「Embedded Algebraic Vector Quantization (EAVQ) with Application to Wideband Audio Coding」、IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP)、米国ジョージア州アトランタ、第1巻、240~243頁、1996年。

【非特許文献7】P. Rault、C. Guillemot、「Indexing Algorithm for Z_n , A_n , D_n and D_{n++} Lattice Vector Quantizers」、IEEE Transactions on Multimedia、第3巻、第4号、2001年12月。 30

【非特許文献8】J.H. ConwayおよびN.J.A. Sloane、「A Fast Encoding Method for Lattice Codes and Quantizers」、IEEE Trans. Inform. Theory、第IT-29巻、第6号、820~824頁、1983年11月。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

上記の欠点を解消するために、スーパーフレーム構造を利用するLPCフィルタの可変ビットレート量子化を使用してLPCフィルタの量子化に関わるビットの個数を減らす技術が必要である。また、このような技術は、スーパーフレームと、AMR-WB+（非特許文献1）およびMPEGで開発されているUSACなどのマルチモード構造の両方を使用する音声もしくはオーディオ符号化モデルに関係する。 40

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明の第1の態様により、フレームのシーケンスを含むスーパーフレーム内において、このシーケンスのフレームにおいて計算されたLPCフィルタを量子化する方法が提供され、このLPCフィルタ量子化方法は、最初に絶対量子化を使用してLPCフィルタのうちの1つを量子化するステップと、絶対量子化およびこれらのLPCフィルタのうちの少なくとも1つのすでに量子化されているフィルタに関する差分量子化からなる群から選択される量子化モードを使用して他のLPCフィルタを量子化するステップとを含む。 50

【 0 0 1 0 】

本発明の第2の態様により、フレームのシーケンスを含むスーパーフレーム内において、このシーケンスのフレームにおいて計算されたLPCフィルタを量子化するためのデバイスが製作され、このLPCフィルタ量子化デバイスは、最初に絶対量子化を使用してLPCフィルタのうちの1つを量子化するための手段と、絶対量子化およびこれらのLPCフィルタのうちの少なくとも1つのすでに量子化されているフィルタに関する差分量子化からなる群から選択される量子化モードを使用して他のLPCフィルタを量子化するための手段とを備える。

【 0 0 1 1 】

本発明の第3の態様により、それぞれがLPCフィルタに関連付けられているフレームのシーケンスを含むスーパーフレーム内において、少なくとも1つのLPCフィルタを逆量子化するための方法が提供され、これらのLPCフィルタのうちの1つは最初に絶対量子化を使用して量子化され、他のLPCフィルタは、絶対量子化およびこれらのLPCフィルタのうちの少なくとも1つのすでに量子化されているフィルタに関する差分量子化からなる群から選択される量子化プロセスを使用してその後量子化され、少なくとも1つのLPCフィルタを逆量子化するための方法は、少なくとも第1の量子化されたLPCフィルタを受信するステップと、絶対逆量子化を使用して第1の量子化されたLPCフィルタを逆量子化するステップと、第1の量子化されたLPCフィルタ以外の量子化されたLPCフィルタが受信された場合に、絶対逆量子化および少なくとも1つのすでに受信されている量子化されたLPCフィルタに関する差分逆量子化のうちの一方を使用して前記量子化されたLPCフィルタを逆量子化するステップとを含む。

【 0 0 1 2 】

本発明の第4の態様により、それぞれがLPCフィルタに関連付けられているフレームのシーケンスを含むスーパーフレーム内において、少なくとも1つのLPCフィルタを逆量子化するためのデバイスが製作され、これらのLPCフィルタのうちの1つは最初に絶対量子化を使用して量子化され、他のLPCフィルタは、絶対量子化およびこれらのLPCフィルタのうちの少なくとも1つのすでに量子化されているフィルタに関する差分量子化からなる群から選択される量子化プロセスを使用してその後量子化され、少なくとも1つのLPCフィルタを逆量子化するためのデバイスは、少なくとも第1の量子化されたLPCフィルタを受信するための手段と、絶対逆量子化を使用して第1の量子化されたLPCフィルタを逆量子化するための手段と、第1の量子化されたLPCフィルタ以外の量子化されたLPCフィルタが受信された場合に、絶対逆量子化および少なくとも1つのすでに受信されている量子化されたLPCフィルタに関する差分逆量子化のうちの一方を使用して量子化されたLPCフィルタを逆量子化するための手段とを備える。

【 0 0 1 3 】

本発明の前記の目的、利点、および特徴ならびに他の目的、利点、および特徴は、添付図面のみを参照しつつ例を用いて与えられている、本発明の例示されている実施形態の以下の非制限的説明を読むとより明らかになるであろう。

【 0 0 1 4 】

図面の説明を以下に示す。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図1】絶対およびマルチリファレンス差分LPCフィルタ量子化器ならびに量子化方法を例示するブロック図である。

【図2】開ループ量子化方式を例示する略図である。

【図3】1つのスーパーフレームで4つのLPCフィルタが使用され、伝送される構成で伝送されるLPCフィルタを決定するためのデバイスおよび方法を例示する流れ図である。

【図4】a) は、LPCベースのコーデックでフレーム(またはスーパーフレーム)毎に1つのLPCフィルタが推定されるときに典型的なLPC分析ウィンドウと典型的なLPC分析中心位置を示す、LPC0が前のフレーム(またはスーパーフレーム)において計算された最後のLPCフ

10

20

30

40

50

フィルタに対応する、図である。 b) は、LPCベースのコーデックでフレーム(またはスーパーフレーム)毎に4つのLPCフィルタが推定されるときに典型的なLPC分析ウィンドウを示す、LPC分析ウィンドウの中心がフレームの終わりのところに来ている、図である。

【図5】ループ外量子化方式の一例を示す流れ図である。

【図6】重み付け代数的LPC量子化器(weighted algebraic LPC quantizer)および量子化方法の略ブロック図である。

【図7】重み付け代数的LPC逆量子化器および逆量子化方法の略ブロック図である。

【図8】量子化器および量子化方法の略ブロック図である。

【図9】復号器および復号化方法の略ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

[可能なリファレンスの選択肢を伴う差分量子化(Differential quantization with a choice of possible references)]

複数の可能なリファレンス間の選択を伴う差分量子化が使用される。より具体的には、LPCフィルタは、可能な複数のリファレンスに関して差分量子化される。

【0017】

逐次LPCフィルタ(Consecutive LPC filters)は、ある程度の相関を示すことが知られている。この相関を活用するために、LPC量子化器では、一般に、予測を用いる。LPCフィルタを直接表す線形予測係数のベクトル(LPCベクトル)を量子化する代わりに、差分(または予測)量子化器が、最初に、このLPCベクトルの予測値を計算し、次いで、オリジナルのLPCベクトルと予測されたLPCベクトルとの間の差分(予測残差と称されることが多い)を量子化する。

【0018】

予測は、通常、LPCフィルタの前の値に基づく。一般に、移動平均(MA)予測器と自己回帰(AR)予測器の2種類の予測器が使用される。AR予測器は、量子化されるデータのL2ノルム(平均平方)を小さくする効率がMA予測器に比べて高い場合が多いが、後者は、送受信エラーの場合にエラー伝搬の影響を受けにくいため、ときには有用である(非特許文献2)。

【0019】

予測残差のL2ノルムは、オリジナルLPCベクトルのL2ノルムに比べて、平均すると低い(これら2つの比はLPCフィルタの予測度に依存する)、差分(または予測)量子化器は、絶対量子化器と同じ程度の性能を達成しうるが、ビットレートは低い。

【0020】

平均すると、予測は、量子化すべきデータのL2ノルムを小さくする上で実際に効率的である。しかし、この挙動は、一定せず、予測は、信号の安定セグメントのときの方が遷移セグメントのときよりもかなり効率的である。予測は、LPCフィルタが高速に変化するときL2ノルム値の増大につながることもありうる。2つの異なる予測器、つまり、予測性の高いセグメントに対する予測器と予測性の低いセグメントに対する予測器を考慮することによってある程度の性能改善を達成することができる(非特許文献3、非特許文献4)。前記説明において述べたように、この技術では、LPCフィルタの過去の値のみを使用する。

【0021】

この問題を解消するために、多数の可能なリファレンスのうちから選択した、1つのリファレンス、例えば、リファレンスフィルタ(reference filter)に関してLPCフィルタを差分量子化することが提案されている。可能なリファレンスフィルタは、すでに量子化されている過去または未来のLPCフィルタであるか(したがって、符号器と同様に復号器でも利用可能)、またはすでに量子化されている過去または未来のLPCフィルタに適用されたさまざまな外挿または内挿オペレーションの結果である。所定のレートで低い歪みを与える、または所定のターゲット歪みレベルに対し低いビットレートを与えるリファレンスフィルタが選択される。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

図1は、マルチリファレンスLPCフィルタ量子化デバイスおよび方法を例示するブロック図である。線形予測係数のベクトルによって表される所定のLPCフィルタ101が、マルチリファレンスLPCフィルタ量子化デバイスおよび方法への入力となっている。入力LPCフィルタ101は、多数の可能なリファレンス1、2、...、nのうちから選択された1つのリファレンスに関して差分量子化される。可能なリファレンスは、以下のものを含む。

- 過去または未来の量子化されLPCフィルタ、
- 過去または未来の量子化されたLPCフィルタに適用される外挿または内挿オペレーションの結果、または
- 符号器および復号器の両方において利用可能な量子化された値。

10

【 0 0 2 3 】

非制限的な例として、入力LPCフィルタ101を前の量子化されたLPCフィルタ、次の量子化されたLPCフィルタ、またはこれら2つの前および後の量子化されたLPCフィルタの平均値に関して差分量子化することができる。リファレンスは、絶対量子化器を使用して量子化されたLPCフィルタ、またはすでに量子化されているLPCフィルタに適用された任意の種類の内挿、外挿、または予測(ARもしくはMA)の結果とすることもできる。

【 0 0 2 4 】

オペレーション102および103₁、103₂、...、103_n:なおも図1を参照すると、入力LPCフィルタ101は、絶対量子化器(オペレーション102)、および差分量子化器(オペレーション103₁、103₂、...、103_n)に供給されることがわかる。絶対量子化器(オペレーション102)は、入力LPCフィルタ101の絶対値(差ではなく)を量子化する。差分量子化器(オペレーション103₁、103₂、...、103_n)は、各リファレンス1、2、...、nに関して入力LPCフィルタ101を差分量子化するように設計されている。

20

【 0 0 2 5 】

オペレーション104:図1のマルチリファレンスLPCフィルタ量子化デバイスおよび方法は、所定ビットレートで最低の歪みレベルを与えるか、または所定のターゲット歪みレベルに対し最低のビットレートを与える1つのリファレンスをリファレンス1、2、...、nのうちから選択するための選択器を含む。より具体的には、選択器(オペレーション104)は、歪みの特定のターゲットレベルを達成するようにビットレートを最小化するか、または所定のビットレートで発生する歪みのレベルを最小化する選択基準を使用する。

30

【 0 0 2 6 】

オペレーション104において、差分量子化プロセスで実際に使用される1つのリファレンスをリファレンス1、2、...、nのうちから選択する操作は、閉ループまたは開ループで実行される。

【 0 0 2 7 】

閉ループでは、すべての可能なリファレンスが試され、歪みまたはビットレートの特定の基準を最適化するリファレンスが選択される。例えば、閉ループ選択は、入力LPCベクトルとそれぞれのリファレンスに対応する量子化されたLPCベクトルとの間の重み付け平均平方誤差を最小化することに基づくことができる。なお、入力LPCベクトルと量子化されたLPCベクトルとの間のスペクトル歪みを使用することができる。あるいは、歪みを特定の閾値以下に維持しつつ可能なリファレンスを使用する量子化を実行することができ、この基準に合致し、より少ない数のビットを使用するリファレンスを選択する。以下段落で説明されるように、可変ビットレート代数的ベクトル量子化器を使用して、スケールされた残差ベクトルのエネルギーに基づき特定のビット予算を使用するスケールされた残差ベクトル(入力LPCベクトルとリファレンスとの差)を量子化することができる。この場合、より少ない数のビットを生成するリファレンスが選択される。

40

【 0 0 2 8 】

開ループでは、オペレーション104の選択器が、量子化される入力LPCフィルタの線形予測係数および利用可能なリファレンスLPCフィルタの線形予測係数の値に基づいてリファレンスをあらかじめ決定する。例えば、残差ベクトルのL2ノルムがすべてのリファレンス

50

について計算され、より小さな値を生成するリファレンスが選択される。

【0029】

オペレーション105: オペレーション104によりリファレンス1、2、...、nのうちの1つを選択した後、送信器(オペレーション105)は、量子化されたLPCフィルタ(図示せず)および量子化モード(サブオペレーション105₁)、例えば、絶対量子化または差分量子化を示すインデックスを復号器(図示せず)に伝達するか、または信号として送る。さらに、差分量子化が使用される場合、送信器(オペレーション105)は、オペレーション103₁、103₂、...、103_n(サブオペレーション105₂)の選択されたリファレンスおよび関連する差分量子化器を表すインデックスを復号器に伝達するか、または信号として送る。そのような信号送信のためにいくつかの特定のビットが復号器に伝送される。

10

【0030】

多数の異なる可能なリファレンスを使用すると、従来の予測のように過去の値のみに制約することと比較して予測残差のL2ノルムを小さくすることに関して差分量子化が効率的になる。また、歪みの所定のターゲットレベルについては、この技術は、平均ビットレートに関してより効率的である。

【0031】

[切り替え絶対または差分量子化(Switched absolute or differential quantization)]

第2の態様により、切り替え絶対/差分(または予測)量子化が使用される。図1は、各異なるリファレンス1、2、...、nを使用する1つの絶対量子化器(オペレーション102)とn個の差分量子化器(オペレーション103₁、103₂、...、103_n)との間で選択を行う絶対/差動方式の一例を示している。ここでもまた、量子化器の選択は、オペレーション104の選択器によって絶対および差分量子化器(オペレーション102および103₁、103₂、...、103_n)のうちから選択することで行うことができ、選択された量子化器は、選択基準に従って、所定のビットレートで発生する歪みのレベルを最小化するか、または歪みのターゲットレベルを達成するようにビットレートを最小化する。

20

【0032】

絶対量子化器(オペレーション102)を使用して、いくつかのLPCフィルタを符号化することができる。他のLPCフィルタは、差分量子化器(オペレーション103₁、103₂、...、103_n)の1つまたは複数のリファレンスLPCフィルタに関して差分符号化される。

【0033】

絶対量子化器(オペレーション102)は、例えば、大きなLPC偏差がある場合、または絶対量子化器(オペレーション102)がビットレートに関して差分量子化器(オペレーション103₁、103₂、...、103_n)より効率的である場合に、他の差分量子化されたLPCフィルタに対する安全策として使用することができる。リファレンスLPCフィルタをすべて同じスーパーフレーム内に置くことで、送受信エラー(パケット損失またはフレーム消去)が生じた場合に通常は問題を引き起こすことになるスーパーフレーム間の依存性を持ち込むことを回避することができる。

30

【0034】

前述の説明に示されているように、LPC量子化において予測を使用すると、量子化されるデータのL2ノルムが小さくなり、したがって、平均ビットレートが低減され特定のレベルの性能が達成される。しかし、予測は、常に等しく効率的であるわけではない。切り替えLPC(非特許文献3、非特許文献4)では、LPCフィルタの事前分類が実行され、量子化されるLPCフィルタの予測性に応じて異なる予測器が使用される。しかし、この技術は、固定ビットレートとの関連で開発されており、2つの差分量子化器はLPCフィルタを符号化するために同じ数のビットを必要とする。

40

【0035】

また、1つまたは複数の絶対量子化器(オペレーション102)を構成することができる。さらに、1つまたは複数の差分(予測)量子化器(オペレーション103₁、103₂、...、103_n)を構成することができる。いくつかの差分量子化器(オペレーション103₁、103₂、...、103_n)は、1、2、...、nなどのいくつかの可能なリファレンス、および/またはいくつかの差分

50

量子化器サイズおよび/または構造を伴う。

【 0 0 3 6 】

前記の説明で述べたように、いくつかの差分量子化器(オペレーション103₁、103₂、...、103_n)が使用される場合、使用される実際の差分量子化器の選択は、開ループの選択プロセスまたは閉ループの選択プロセスで実行される。

【 0 0 3 7 】

差分量子化で歪みのターゲットレベルを達成できない場合、または歪みのそのレベルを達成するために絶対量子化が差分量子化よりも少ないビット数を必要とする場合、絶対量子化が安全策として使用される。使用されている実際の量子化器を復号器(図示せず)に対し指示するために、可能な絶対および差分量子化器の個数に応じて1つまたは複数のビットを、送信器(オペレーション105)を通じて伝送する。

10

【 0 0 3 8 】

絶対/差分量子化は、予測量子化(量子化されるデータのL2ノルムの低減に関連するビットレートの低減)の利点と絶対量子化(差分(または予測)量子化が歪みのターゲットとなる、例えば目立たないレベルを達成しない場合に安全策として使用される)の普遍性とを併せ持つ。

【 0 0 3 9 】

いくつかの差分量子化器(オペレーション103₁、103₂、...、103_n)が含まれる場合、これらの差分量子化器は同じ予測器または異なる予測器のいずれかを使用することができる。特に、ただし排他的ではなく、これらの複数の差分量子化器は、同じ予測係数または異なる予測係数を使用することができる。

20

【 0 0 4 0 】

復号器は、ビットストリーム、例えば、デマルチプレクサから、(a)量子化されたLPCフィルタ、および(b)インデックスもしくは情報：

- LPCフィルタが絶対量子化もしくは差分量子化を使用して量子化されているかどうかを判定するための量子化モード、および
- 複数の可能なリファレンスのうちのLPCフィルタを量子化するために使用されたリファレンス

を受信し、抽出するための手段を備える。

【 0 0 4 1 】

量子化モードに関する情報が、絶対量子化を使用してLPCフィルタが量子化されたことを示す場合、絶対逆量子化器(図示せず)は、量子化されたLPCフィルタを逆量子化するために備えられている。量子化モードに関する情報が、差分量子化を使用してLPCフィルタが量子化されたことを示す場合、差分逆量子化器(図示せず)は、抽出されたリファレンス情報に対応するリファレンスを使用してマルチリファレンス差分量子化されたLPCフィルタを差分逆量子化する。

30

【 0 0 4 2 】

[ループ外量子化方式]

AMR-WB+コーデックは、ACELP符号化方式に基づく時間領域符号化モデルとTCXと呼ばれる変換領域符号化モデルとを切り替えて使用するハイブリッドコーデックである。AMR-WB+は以下のように進行する(非特許文献1)。

40

【 0 0 4 3 】

- 入力信号を4つのフレームからなる複数のスーパーフレーム内にセグメント分割する。

【 0 0 4 4 】

- それぞれのスーパーフレームは、それぞれの符号化モードが異なる継続時間を対象とする以下の4つの可能な符号化モードの組み合わせを使用して符号化される。

- ACELP(1フレームの継続時間を対象とする)
- TCX256(1フレームの継続時間を対象とする)
- TCX512(2フレームの継続時間を対象とする)、および

50

- TCX1024(4フレームの継続時間を対象とする)。

【0045】

したがって、それぞれのスーパーフレームを符号化するのに26個の可能なモードの組み合わせがある。

【0046】

与えられたスーパーフレームに対して、全重み付け誤差を最小化するモードの組み合わせが、「閉ループ」モード選択プロシージャによって決定される。より具体的には、26個の組み合わせをテストする代わりに、11の異なる試行を通じてモードの選択を実行する(木検索、Table 1(表1)を参照)。AMR-WB+コーデックでは、閉ループ選択は、重み付け領域内の入力とコーデック信号との間の平均平方誤差を最小化する(または信号対量子化雑音比を最大化する)ことに基づく。

10

【0047】

【表1】

試行	フレーム1	フレーム2	フレーム3	フレーム4
1	ACELP			
2	TCX256			
3		ACELP		
4		TCX256		
5	TCX512			
6			ACELP	
7			TCX256	
8				ACELP
9				TCX256
10			TCX512	
11	TCX1024			

20

30

Table 1 - AMR-WB+における閉ループモード選択の11の試行

40

【0048】

LPCフィルタは、AMR+WB+コーデックによって伝送されるさまざまなパラメータのうちの1つである。以下に、これらのLPCフィルタの量子化および伝送に関するいくつかの重要要素を示す。

【0049】

異なる符号化モードは同じ数のフレームを対象としていないが、復号器に伝送されるLPCフィルタの個数は、すべての符号化モードについて同じであり、1に等しい。対象となるセグメントの末尾に対応するLPCフィルタのみが伝送される。より具体的には、TCX1024の場合、1つのLPCフィルタが、4フレームの継続時間の間に計算され伝送される。TCX512の場合、1つのLPCフィルタが、2フレームの継続時間の間に計算され伝送される。TCX256ま

50

たはACELPの場合、1つのLPCフィルタが、1フレームの継続時間の中に計算され伝送される。

【 0 0 5 0 】

AMR-WB+コーデックでは、(一次移動平均)予測LPC量子化器を使用する。後者の量子化器のオペレーションは、前に伝送されたLPCフィルタおよび前に選択されている符号化モードに依存する。したがって、モードの正確な組み合わせは、スーパーフレーム全体が符号化されるまで判明しないので、モードの最終的な組み合わせが決定される前にいくつかのLPCフィルタが数回符号化される。

【 0 0 5 1 】

例えば、フレーム3の末尾に配置されているLPCフィルタは、第3のフレームがACELPまたはTCX256として符号化されたときのみ復号器に伝送される。これは、TCX512を使用してフレーム3および4が結合符号化されている場合には伝送されない。フレーム2の末尾に配置されているLPCフィルタに関して、これは、TCX1024の場合の除きモードのすべての組み合わせで伝送される。したがって、スーパーフレームの最後のLPCフィルタを量子化するときに行われる予測は、スーパーフレーム全体に対するモードの組み合わせに依存する。

10

【 0 0 5 2 】

開示されている技術の原理は、LPCフィルタの量子化順序が、閉ループ決定が最終的に決まった後に不必要なLPCフィルタに対応する量子化情報が伝送から外され、他のフィルタが復号器に伝送され復号化される仕方に対し影響を及ぼさないように選択されるというものである。上述の差分量子化戦略を使用して量子化されるLPCフィルタ毎に、これは、

20

【 0 0 5 3 】

図2を参照しながら以下の例を説明する。

【 0 0 5 4 】

図2のオペレーション1: スーパーフレーム間の依存性を回避するために、絶対LPC量子化器を使用して少なくとも1つのLPCフィルタを量子化する。スーパーフレームのフレーム4のフィルタLPC4は、閉ループ選択プロシージャによって決定される符号化モード組み合わせが何であれ常に伝送されるので、絶対量子化器を使用してそのフィルタLPC4を量子化すると都合がよい。

【 0 0 5 5 】

30

図2のオペレーション2: 量子化される次のLPCフィルタは、TCX1024を除いてモードのすべての組み合わせについて伝送されるスーパーフレームのフレーム2のフィルタLPC2である。例えば、フィルタLPC2とフィルタLPC4の絶対量子化バージョンとの間の差を符号化するために差分量子化器を使用することができる。フィルタLPC4を符号化するために使用されるのと同じ絶対量子化器も、例えば、LPC偏差の場合に、または絶対LPC量子化器がビットレートおよび/または歪みのレベルに関して差分量子化器よりも効率的である場合に、安全策として使用することができる。

【 0 0 5 6 】

図2のオペレーション3: 残り2つのLPCフィルタ(スーパーフレームのフレーム1のフィルタLPC1およびスーパーフレームのフレーム3のフィルタLPC3)も、同じ差分/絶対量子化戦略を使用して量子化される。フィルタLPC2の量子化バージョンに関して、両方のLPCフィルタを量子化することができる。以下では、いくつかの代替戦略を示す。

40

【 0 0 5 7 】

図5は、ループ外量子化方式の一例を詳細に示す流れ図である。

【 0 0 5 8 】

オペレーション501: 絶対量子化器がフィルタLPC4を量子化する。

【 0 0 5 9 】

オペレーション502: オペレーション512は任意選択であり、非LPCベース符号化フレームの後の第1のLPCベース符号化フレームにおいて使用される。絶対量子化器が、フィルタLPC0を量子化するか、または差分量子化器が、量子化されたフィルタLPC4に関してフィルタ

50

LPC0を差分量子化する。フィルタLPC0は、前のスーパーフレームからの最後のLPCフィルタ(LPC4)であり、フィルタLPC1をLPC4に量子化するために可能なリファレンスとして使用されうる。

【0060】

オペレーション503:絶対量子化器が、フィルタLPC2を量子化するか、または差分量子化器が、リファレンスとして使用される量子化されたフィルタLPC4に関してフィルタLPC2を差分量子化する。

【0061】

オペレーション504:絶対量子化器が、フィルタLPC1を量子化するか、または差分量子化器が、リファレンスとして使用される量子化されたフィルタLPC2に関してフィルタLPC1を差分量子化するか、または差分量子化器が、リファレンスとして使用される(量子化されたフィルタLPC2+量子化されたフィルタLPC0)/2に関してフィルタLPC1を差分量子化する。

10

【0062】

オペレーション505:絶対量子化器が、フィルタLPC3を量子化するか、または差分量子化器が、リファレンスとして使用される量子化されたフィルタLPC2に関してフィルタLPC3を差分量子化するか、または差分量子化器が、リファレンスとして使用される量子化されたフィルタLPC4に関してフィルタLPC3を差分量子化するか、または差分量子化器が、リファレンスとして使用される(量子化されたフィルタLPC2+量子化されたフィルタLPC4)/2に関してフィルタLPC3を差分量子化する。

【0063】

20

図3は、1つのスーパーフレームで4つのLPCフィルタを計算し、伝送することができる構成で伝送されるLPCフィルタの決定を示す流れ図である。

【0064】

まず第一に、量子化されたフィルタLPC1は、スーパーフレームの第1の半分についてACE LPおよび/またはTCX256が選択されたときのみ伝送されることに留意されたい。同様に、フィルタLPC3は、ACELPおよび/またはTCX256がそのスーパーフレームの第2の半分について使用される場合のみ伝送される。

【0065】

オペレーション301:スーパーフレームのフレーム1のフィルタLPC1、スーパーフレームのフレーム2のフィルタLPC2、スーパーフレームのフレーム3のフィルタLPC3、およびスーパーフレームのフレーム4のフィルタLPC4は、例えば図2および5に関して例示され説明されている量子化戦略を使用して量子化される。もちろん、他の量子化戦略も可能である。

30

【0066】

オペレーション302:上述のような符号化モードの閉ループ選択を実行する。

【0067】

オペレーション303:量子化されたフィルタLPC4は、例えば図1の送信器105を通じて復号器に伝送される。この復号器は、

- 受信したビットストリーム、例えば、デマルチプレクサから、量子化されたフィルタLPC4を受け取り、抽出するための手段と、
- 量子化されたフィルタLPC4を逆量子化するため量子化されたフィルタLPC4を供給される絶対逆量子化器と、を備える。

40

【0068】

オペレーション304:スーパーフレームがモードTCX1024を使用して符号化される場合、さらなる伝送を必要としない。

【0069】

オペレーション305:スーパーフレームの第1のフレーム、第2のフレーム、第3のフレーム、および第4のフレームが、モードTCX1024を使用して符号化されない場合、量子化されたフィルタLPC2と絶対量子化モードおよび差分量子化モードのうちの一方を示すインデックスとが、例えば、図1の送信器105を通じて復号器に伝送される。この復号器は、

- 受信したビットストリーム、例えば、デマルチプレクサから、量子化されたフィル

50

タLPC2と絶対量子化モードおよび差分量子化モードのうち的一方を示すインデックスとを受け取り、抽出するための手段と、

- 量子化されたフィルタLPC2を逆量子化するため量子化されたフィルタLPC2と絶対量子化モードを示すインデックスとを供給される絶対逆量子化器、または量子化されたフィルタLPC2を逆量子化するため量子化されたフィルタLPC2と差分量子化モードを示すインデックスとを供給される差分逆量子化器とを備える。

【0070】

オペレーション306: スーパーフレームのフレーム1および2が、モードTCX512を使用して符号化される場合、量子化されたフィルタLPC1は、復号器に伝送されない。

【0071】

オペレーション307: スーパーフレームのフレーム1および2が、モードTCX512を使用して符号化されない場合、つまり、スーパーフレームのフレーム1および2が、ACELPまたはTCX256を使用して符号化される場合、量子化されたフィルタLPC1、および絶対量子化モード、リファレンスとして使用される量子化されたフィルタLPC2に関する差分量子化モード、およびリファレンスとして使用される(量子化されたフィルタLPC2+量子化されたフィルタLPC0)/2に関する差分量子化モードのうちの一つを示すインデックスが、例えば、図1の送信器105を通じて復号器に伝送される。この復号器は、

- 受信したビットストリーム、例えば、デマルチプレクサから、量子化されたフィルタLPC1と絶対量子化モード、リファレンスとして使用される量子化されたフィルタLPC2に関する差分量子化モード、およびリファレンスとして使用される(量子化されたフィルタLPC2+量子化されたフィルタLPC0)/2に関する差分量子化モードのうちの一つを示すインデックスとを受け取り、抽出するための手段と、

- 量子化されたフィルタLPC1を逆量子化するため量子化されたフィルタLPC1と絶対量子化モード、リファレンスとして使用される量子化されたフィルタLPC2に関する差分量子化モード、およびリファレンスとして使用される(量子化されたフィルタLPC2+量子化されたフィルタLPC0)/2に関する差分量子化モードのうちの一つを示すインデックスを供給される絶対逆量子化器と、を備える。

【0072】

オペレーション308: スーパーフレームのフレーム3および4が、モードTCX512を使用して符号化される場合、量子化されたフィルタLPC3は、復号器に伝送されない。

【0073】

オペレーション309: スーパーフレームのフレーム3および4が、モードTCX512を使用して符号化されない場合、つまり、スーパーフレームのフレーム3および4が、ACELPまたはTCX256を使用して符号化される場合、量子化されたフィルタLPC3と絶対量子化モード、リファレンスとして使用される量子化されたフィルタLPC2に関する差分量子化モード、リファレンスとして使用される量子化されたフィルタLPC4に関する差分量子化モード、およびリファレンスとして使用される(量子化されたフィルタLPC2+量子化されたフィルタLPC4)/2に関する差分量子化モードのうちの一つを示すインデックスが、例えば、図1の送信器105を通じて復号器に伝送される。この復号器は、

- 受信したビットストリーム、例えば、デマルチプレクサから、量子化されたフィルタLPC3と絶対量子化モード、リファレンスとして使用される量子化されたフィルタLPC2に関する差分量子化モード、リファレンスとして使用される量子化されたフィルタLPC4に関する差分量子化モード、およびリファレンスとして使用される(量子化されたフィルタLPC2+量子化されたフィルタLPC4)/2に関する差分量子化モードのうちの一つを示すインデックスとを受け取り、抽出するための手段と、

- 量子化されたフィルタLPC3を逆量子化するため量子化されたフィルタLPC3と絶対量子化モード、リファレンスとして使用される量子化されたフィルタLPC2に関する差分量子化モード、リファレンスとして使用される量子化されたフィルタLPC4に関する差分量子化モード、およびリファレンスとして使用される(量子化されたフィルタLPC2+量子化されたフィルタLPC4)/2に関する差分量子化モードのうちの一つを示すインデックスとを供給され

10

20

30

40

50

る絶対逆量子化器とを備える。

【0074】

上述の解決策の利点として以下が挙げられる。

- 符号化モードの閉ループ選択の前にLPCフィルタの集合全体を量子化することで複雑さが緩和される。

- 大域的量子化方式で差分量子化器を使用することで、例えば、オリジナルのAMR-WB+量子化方式における予測量子化器によって得られたビットレート低減の一部が温存される。

【0075】

以下の変更形態を使用して、差分量子化器(オペレーション103₁、103₂、...、103_n)で使用されるリファレンスLPCフィルタを構成することができる。

- スーパーフレーム間依存性が問題にならない場合、前のスーパーフレーム(LCP0)からの最後のLPCフィルタLPC4は、フィルタLPC1をLPC4に符号化するために可能なリファレンスとして使用されうる。

- 異なるリファレンスLPCフィルタが利用可能な場合、例えばフィルタLPC2を符号化するときにはLPC0およびLPC4が利用可能な場合、リファレンスのどれが実際に使用されるかを示す特定のビットパターンを復号器に伝送することができる。例えば、リファレンスの選択は、例えば距離またはビットレート測定結果に基づいて、図1を参照しつつ上で説明されているように実行されうる。

- 異なるリファレンスLPCフィルタが利用可能な場合、さまざまな外挿または内挿方式をすでに利用可能なリファレンスLPCフィルタに適用することによって追加の二次リファレンスLPCフィルタを構成することができる。符号器によって選択された実際の内挿または外挿戦略を示すために特定のビットパターンを伝送することができる。例えば、フィルタLPC3は、フィルタLPC2またはLPC4のいずれかの量子化されたバージョンに関して、またはさらにはこれら2つの量子化されたフィルタLPC2またはLPC4の間の内挿値(例えば、平均)に関して、差分量子化されうる。

【0076】

上述の「ループ外」量子化方式は、4つより多いLPCフィルタを符号化するように拡張することもでき、例えば、スーパーフレームと一緒にフィルタLPC0を量子化し、伝送することができる。その場合、前のスーパーフレームにおいて計算された最後のLPCフィルタ(LPC4)に対応するフィルタLPC0は、このフィルタLPC4が常にリファレンスとして利用可能であるため、非限定的な例としてフィルタLPC4に関して量子化することが可能である。量子化されたフィルタLPC0は、絶対量子化モードおよび差分量子化モードのうちの一方を示すインデックスとともに復号器に伝送される。この復号器は、

- 受信したビットストリーム、例えば、デマルチプレクサから、量子化されたフィルタLPC0と絶対量子化モードおよび差分量子化モードのうちの一方を示すインデックスとを受け取り、抽出するための手段と、

- 量子化されたフィルタLPC0を逆量子化するため量子化されたフィルタLPC0と絶対量子化モード示すインデックスとを供給される絶対逆量子化器、または量子化されたフィルタLPC0を逆量子化するため量子化されたフィルタLPC0と差分量子化モード示すインデックスとを供給される差分逆量子化器とを備える。

【0077】

フィルタLPC0の復号器への伝送は、非LPCベース符号化モードからLPCベース符号化モードに切り替える場合にLPCベースコーデックを初期化する場合に有用である。非LPCベース符号化モードの例として、パルス復号変調(PCM)、ならびに例えばMP3およびアドバンストオーディオコーデックAACによって使用される変換符号化が挙げられる。LPCベース符号化モードの例として、符号励振線形予測(CELP)ならびにAMR-WB+コーデック(非特許文献1)によって使用される代数的CELP(ACELP)が挙げられる。

【0078】

LPCベースコーデックでは、フレーム毎に(またはスーパーフレーム毎に)1つまたは複数

10

20

30

40

50

のLPCフィルタを推定し、復号器に伝送する。フレーム毎に1つの単一LPCフィルタが推定され、伝送される場合、このLPCフィルタは、図4-a)に表されているようにフレームの終わりを中心とするLPC分析ウィンドウを使用して推定されることが最も多い。いくつかのLPCフィルタがフレーム毎に(またはAMR-WB+コーデックの場合のようにスーパーフレーム毎に)伝送される場合、これらは、図4-b)に表されているようにフレームの長さにとわって規則正しく相隔てて並ぶ位置で推定されることが最も多い。図4-a)およびb)のフィルタLPC0は、実際に、量子化され、復号器に伝送される前のフレーム(またはスーパーフレーム)の最後のLPCフィルタである。

【0079】

典型的なLPCベースコーデックは、一般に、LPCフィルタに対し内挿値を使用する。図4-a)の例では、例えば、LPCベースコーデックは、典型的には、フレームを4つのサブフレームに分割し、異なる内挿されたLPCフィルタをサブフレーム毎に使用し、第1のサブフレームのLPCフィルタはフィルタLPC0により近く、第4のサブフレームのLPCフィルタはフィルタLPC1により近い。

【0080】

非LPCベース符号化モードからLPCベース符号化モードに切り替えるコーデックでは、LPCベースコーデックを動作させるために使用されるフィルタLPC0は、通常は、非LPCベース符号化モードからLPCベース符号化モードへの切り替えの後に第1のフレームのところでは利用可能でない。

【0081】

それに関連して、非LPCベース符号化モードからLPCベース符号化モードへの切り替えの後に第1のフレームの符号化および復号化を行うときに符号器と復号器の両方において利用可能なフィルタLPC0に対し値を与えることが提案される。より具体的には、フィルタLPC0の値は、符号器から伝送されるパラメータから復号器のところでも得られる。

【0082】

第1の解決策によれば、非LPCベース符号化モードからLPCベース符号化モードへの切り替えが決定された後に、フィルタLPC0は、符号器のところでも決定され(当業者によく知られているLPC分析を使用して)、量子化され、復号器に伝送される。復号器は、伝送される量子化された値およびフィルタLPC0を使用する。フィルタLPC0を効率よく量子化するには、4つより多いLPCフィルタに拡張された、上述のようなループ外量子化方式を使用することができる。

【0083】

以下では、伝送されるパラメータから復号器のところのフィルタLPC0を推定するための第2および第3の解決策について説明する。

- 例えば、外挿を使用する他の伝送されるLPCフィルタからのフィルタLPC0の推定、および

- 他の伝送されるパラメータからのフィルタLPC0の推定。例えば、フィルタLPC0は、非LPCベース符号化モードからLPCベース符号化モードへの切り替えの前に、従来のLPC分析プロシーダを過去の復号化された信号、より具体的には切り替えられた復号器の出力に適用することによって推定されうる。

【0084】

[一様代数的ベクトル量子化器(uniform algebraic vector quantizer)による量子化]

確率論的ベクトル量子化の原理は、ベクトルの符号帳(codebook)において、量子化されるベクトルの最近傍を(一般にユークリッド距離または重み付けユークリッド距離に関して)探索するというものである。LSF(線スペクトル周波数)またはISF(イミッタンススペクトル周波数)領域においてLPCフィルタを量子化する場合、一般的に、重みユークリッド距離が使用され、ベクトルのそれぞれの成分はその値および他の成分の値に応じて異なる重みを付けられる(非特許文献5)。その重み付けの目的は、ユークリッド距離の最小化がスペクトル歪みの最小化にできる限り近い振る舞いをするようにすることである。確率論的量子化器とは異なり、一様代数的ベクトル量子化器は、符号帳の全数探索を実行しない

10

20

30

40

50

。したがって、距離計算に重み関数を導入することは困難である。

【0085】

本明細書で提案されている解決策では、LPCフィルタは、非限定的な例として、LSF領域内で量子化される。したがって、LSF量子化領域内のLPCフィルタを変換して入力LSFベクトルを形成するための適切な手段が実現される。より具体的には、LSF残差ベクトル、つまり、入力LSFベクトルとこの入力LSFベクトルの第1段階の近似との間の差は、第1段階の近似から計算で求められた重み関数を使用してワープされ、この第1段階の近似は、入力LSFベクトルの確率的絶対量子化器、入力LSFベクトルの差分量子化器、入力LSFベクトルの補間器、または量子化される入力LSFベクトルの推定を与える他の要素を使用する。ワープとは、異なる重みがLSF残差ベクトルの成分に適用されることを意味する。第1段階の近似は、復号器においても利用可能であるため、逆重みも復号器のところで計算することができ、逆ワープを量子化されたLSF残差ベクトルに適用することができる。スペクトル歪みを最小化するモデルによるLSF残差ベクトルのワープは、量子化器が一樣である場合に有用である。復号器のところで受け取った量子化されたLSFは、第1段階の近似と可変ビットレート量子化、例えば、復号器のところで逆ワープされる精密化であるAVQ(代数的ベクトル量子化)との組み合わせである。

10

【0086】

提案されている解決策のいくつかの利点は、以下のとおりである。

- 適切な重み関数を用いることで、一樣量子化器は比較的一様なスペクトル歪みを与えることができる。
- SVQ(確率的ベクトル量子化)に勝る可変ビットレートベクトル量子化、例えば、AVQ(代数的ベクトル量子化)の利点は、テーブルの数が少ない(メモリが少ない)こと、複雑度が低いこと、およびビットレート細粒度が高いことである。
- 可変ビットレートベクトル量子化、例えば、AVQ(代数的ベクトル量子化)にとって都合のよい他の利点は、符号帳サイズが無制限であることであり、これにより、任意の種類の信号に対し同じスペクトル歪みが保証される。

20

【0087】

所定のLPCフィルタの量子化に対する一般的原理は、図6に示されている。この非限定的な例では、LPCフィルタは、LSF領域内で量子化される。

【0088】

オペレーション601: 計算器が、入力LSFベクトル607の第1段階の近似608を計算する。

30

【0089】

オペレーション602: 減算器が、入力LSFベクトル607からオペレーション601からの第1段階の近似608を減算して残差LSFベクトル609を生成する。

【0090】

オペレーション603: 計算器がオペレーション601の第1段階の近似608からLSF重み関数610を導出する。

【0091】

オペレーション604: 乗算器、またはワーパー(warper)が、オペレーション603からのLSF重み関数610をオペレーション602からの残差LSFベクトル609に適用する。

40

【0092】

オペレーション605: 可変ビットレート量子化器、例えば、代数的ベクトル量子化器(AVQ)が、結果として得られた重み付け残差LSFベクトル611を量子化して、量子化された重み付け残差LSFベクトル612を供給する。

【0093】

オペレーション606: マルチプレクサは、オペレーション601からの第1段階の近似608およびオペレーション605からの量子化された重み付け残差LSFベクトル612に回答し、対応する符号化されたインデックス613を多重化して伝送する。

【0094】

第1段階の近似(オペレーション601)は、異なる方法で計算されうる。非限定的な例とし

50

て、第1段階の近似608の計算器は、ビットの数が少ない入力LSFベクトル607の絶対確率論的ベクトル量子化器、または第1段階の近似がリファレンスそれ自体である上で説明されているようなリファレンスを使用する入力LSFベクトル607の差分量子化器とすることができる。例えば、図5のオペレーション504のようにベクトルLPC1を量子化するとき、第1段階の近似608の計算器は、8ビットを使用する絶対量子化器であるか、または量子化されたフィルタLPC2もしくは(量子化されたフィルタLPC2+量子化されたフィルタLPC0)/2であるものとしてすることができる。

【 0 0 9 5 】

重み関数(オペレーション603)の計算および目的について以下で説明する。

【 0 0 9 6 】

対応する逆量子化器は、図7に例示されている。

【 0 0 9 7 】

オペレーション701:符号器からの符号化されたインデックス707は、デマルチプレクサによって逆多重化される。

【 0 0 9 8 】

オペレーション702:逆多重化された符号化インデックスは、第1段階の近似708を含む。

【 0 0 9 9 】

オペレーション703:第1段階の近似は、符号器(オペレーション702)と同様に復号器でも利用可能であるので、計算器を使用して逆LSF重み関数709を計算することができる。

【 0 1 0 0 】

オペレーション704:量子化された重み付け残差LSFベクトルを表す復号化されたインデックス710が、可変ビットレート逆ベクトル量子化器、例えば、代数的逆ベクトル量子化器(逆AVQ)に供給され、重み付け残差LSFベクトル711を復元する。

【 0 1 0 1 】

オペレーション705:乗算器が、オペレーション704からの重み付け残差LSFベクトル711にオペレーション703からの逆LSF重み関数709を乗じて残差LSFベクトル712を復元する。

【 0 1 0 2 】

オペレーション706:加算器が、オペレーション702からの第1段階の近似708とオペレーション705からの残差LSFベクトル712とを足し合わせて復号化されたLSFベクトル713を形成する。復号化されたLSFベクトル713は、オペレーション702からの第1段階の近似と復号器において逆重み付けされた(オペレーション705)可変ビットレート逆量子化の精密化(オペレーション704)との組み合わせである。

【 0 1 0 3 】

[第1段階の近似]

上述のように、絶対量子化および複数のリファレンスを使用する差分量子化を含む複数の量子化モードを使用して所定のLPCフィルタを量子化することができる。第1段階の近似は、量子化モードに依存する。絶対量子化の場合、第1段階の近似は、ビット数の少ない(例えば、8ビット)ベクトル量子化器を使用することができる。差分量子化の場合、第1段階の近似は、リファレンスそれ自体を構成する。例えば、図5(オペレーション505)に例示されているようにベクトルLPC3を量子化する場合、第1段階の近似は、

- 8ビットVQ(絶対量子化)、
 - 量子化されたフィルタLPC2(リファレンスとして量子化されたフィルタLPC2を使用する差分量子化)、
 - 量子化されたフィルタLPC4(リファレンスとして量子化されたフィルタLPC4を使用する差分量子化)、または
 - 量子化されたフィルタLPC2とLPC4の平均(リファレンスとして(量子化されたフィルタLPC2+量子化されたフィルタLPC4)/2を使用する差分量子化)
- のうちの1つとすることができる。

【 0 1 0 4 】

非制限的な例として、LSFパラメータで表されるp次のLPCフィルタの場合、絶対量子化

10

20

30

40

50

モードでは、第1段階の近似は、入力LSFベクトルに適用されるp次元の8ビット確率論的ベクトル量子化器を使用して計算される。符号帳探索では、入力LSFベクトルと符号帳のエントリとの間の平方差のそれぞれの成分に重み $w_t(i)$ を掛けた重み付けユークリッド距離を使用する。例えば、重み $w_t(i)$ は、式

【 0 1 0 5 】

【数 1】

$$w_t(i) = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_{i+1}}, \quad i = 0, \dots, p-1$$

10

【 0 1 0 6 】

$$d_0 = f(0)$$

$$d_p = SF/2 - f(p-1)$$

$$d_i = f(i) - f(i-1), \quad i = 1, \dots, p-1$$

によって与えることができるが、ただし、 $f(i)$ 、 $i = 0, \dots, p-1$ は、量子化される入力LSFベクトルであり、 p はLP分析の次数であり、 SF はLPCベースコーデックの内部サンプリング周波数(単位Hz)である。

【 0 1 0 7 】

異なる量子化モードにおいて、第1段階の近似は、すでに量子化されているLPCフィルタに基づく。

20

【 0 1 0 8 】

図5を参照しつつ説明されているように、LPCフィルタの集合は、LPC4、LPC2、LPC1、そしてLPC3という順序で量子化される。必要ならば、任意選択のフィルタLPC0は、フィルタLPC4の後に量子化される。したがって、フィルタLPC2の差分量子化は、LPC4に関してのみ実行されるが、フィルタLPC3の差分量子化は、LPC2、LPC4、またはLPC2とLPC4の両方の組み合わせに関して実行することができ、LPC1はLPC3に隣接していないためよい選択とは言えない。

【 0 1 0 9 】

それぞれの第1段階の近似 $f_{1st}(i)$ について、残差LSFベクトルは、

$$r(i) = f(i) - f_{1st}(i), \quad i = 0, \dots, p-1$$

のように計算される。

30

【 0 1 1 0 】

図6に示されているように、ワープされた残差LSFベクトル611(オペレーション604)を形成するためにオペレーション602からの残差LSFベクトル609は、第1段階の近似 $f_{1st}(i)$ に基づいて計算されたオペレーション603からの重み関数610で重み付けされる(オペレーション604)。次いで、可変ビットレート量子化器、例えば、代数的ベクトル量子化(オペレーション605)を使用して、ワープされた残差LSFベクトル611を量子化する。

【 0 1 1 1 】

例えば、p次元残差LSFベクトルの成分に適用される重みは、関係式

40

【 0 1 1 2 】

【数 2】

$$w(i) = \frac{1}{W} * \frac{400}{\sqrt{d_i \cdot d_{i+1}}}, \quad i = 0, \dots, p-1$$

【 0 1 1 3 】

$$d_0 = f_{1st}(0)$$

$$d_p = SF/2 - f_{1st}(p-1)$$

50

$$d_i = f_{1st}(i) - f_{1st}(i-1), \quad i=1, \dots, p-1$$

によって与えられるが、ただし、 $f_{1st}(i)$ は第1段階の近似であり、SF はLPCベースコーデックのHz単位の内部サンプリング周波数であり、Wは量子化モードに依存するスケーリング係数である。Wの値は、ワープされた残差LSFベクトルが可変ビットレート量子化器によって量子化された後、特定のターゲットのスペクトル歪みおよび/または特定のターゲットの平均ビットレートが得られるように選択される。非制限的な例として、可変ビットレートベクトル量子化器は、特定のベクトルに対するビットレートをその平均エネルギーに基づいて選択する。

【 0 1 1 4 】

示されている例において、スーパーフレーム内の4つのLPCフィルタとともに任意選択のLPC0フィルタが、図5に従って量子化される。Table 2(表2)は、それぞれの量子化モードに対する使用されているスケーリング係数とこの例で使用されているモードインデックスの符号化を示している。量子化モードでは、絶対量子化または差分量子化のうちのどちらが使用されるかを指定し、差分量子化の場合には、使用されるリファレンスフィルタを指定することに留意されたい。上で説明されているように、差分量子化で使用されるリファレンスフィルタは、可変ビットレート量子化に対する実際の第1段階の近似である。

【 0 1 1 5 】

【表 2】

フィルタ	量子化モード	第1段階の近似	符号化モード	W
LPC4	絶対	8ビット VQ	(なし)	60
LPC0	絶対	8ビット VQ	0	60
	相対 LPC4	量子化された LPC4	1	63
LPC2	絶対	8ビット VQ	0	60
	相対 LPC4	量子化された LPC4	1	63
LPC1	絶対	8ビット VQ	00	60
	相対(LPC0+LPC2)/2(注記 1)	量子化された (LPC0+LPC2)/2	01	65
	相対 LPC2	量子化された LPC2	10	64
LPC3	絶対	8ビット VQ	10	60
	相対(LPC2+LPC4)/2	量子化された (LPC2+LPC4)/2	0	65
	相対 LPC2	量子化された LPC2	110	64
	相対 LPC4	量子化された LPC4	111	64
注記 1:このモードでは、第2段階の AVQ 量子化器はない。				

Table2 -可能な絶対量子化モード、相対量子化モード、対応するビットストリーム信号伝達、スケーリング係数、および重み関数

【 0 1 1 6 】

図8は、上で説明されているような量子化プロシーダを説明する略ブロック図である。

【 0 1 1 7 】

オペレーション801, 801₁, 801₂, ..., 801_n:入力LSFベクトル800が、例えば、入力LSFベクトル800の8ビット絶対ベクトル量子化を実行するために絶対量子化器(オペレーション801)に供給される。入力LSFベクトルは、入力LSFベクトル800の差分量子化を実行するために差分量子化器(オペレーション801₁, 801₂, ..., 801_n)にも供給される。差分量子化器は、図1を参照しつつ前記の説明で述べられているように各異なるリファレンスを使用する。オペレーション801における8ビットVQおよびオペレーション801₁, 801₂, ..., 801_nにおけるリファレンスは、第1段階の近似を表している。

【 0 1 1 8 】

オペレーション802, 802₁, 802₂, ..., 802_nにおいて、計算器が、オペレーション801, 801₁, 801₂, ..., 801_nから第1段階の近似ベクトルからの残差LSFベクトルをそれぞれ

10

20

30

40

50

計算する。残差ベクトルは、入力ベクトルと第1段階の近似との間の差として計算される。これは、図6のオペレーション601および602に対応する。

【 0 1 1 9 】

オペレーション803、 803_1 、 803_2 、 \dots 、 803_n において、計算器が、オペレーション802、 802_1 、 802_2 、 \dots 、 802_n から残差LSFベクトルをそれぞれワープするための重み関数を計算する。これは、図6のオペレーション601および603に対応する。

【 0 1 2 0 】

オペレーション804、 804_1 、 804_2 、 \dots 、 804_n において、ワーパが、オペレーション802、 802_1 、 802_2 、 \dots 、 802_n のそれぞれからの残差LSFベクトルにオペレーション803、 803_1 、 803_2 、 \dots 、 803_n のそれぞれからの重み関数を乗算する。

10

【 0 1 2 1 】

オペレーション805、 805_1 、 805_2 、 \dots 、 805_n において、可変ビットレート量子化器、例えば、代数的ベクトル量子化器(AVQ)が、オペレーション804、 804_1 、 804_2 、 \dots 、 804_n からそれぞれ、結果として得られた重み付け残差LSFベクトルを量子化して、量子化された重み付け残差LSFベクトルを供給する。

【 0 1 2 2 】

オペレーション806において、量子化モードの選択は、リファレンス1、2、 \dots 、 n (オペレーション801 $_1$ 、801 $_2$ 、 \dots 、801 $_n$)のうちの1つを使用して選択器によって行われ、絶対量子化(オペレーション801)と差分量子化のどちらかを選択する。例えば、オペレーション806では、所定のビットレートに対する低い歪みまたは歪みのターゲットレベルに対する低いビットレートを発生する量子モード(オペレーション801、801 $_1$ 、801 $_2$ 、 \dots 、801 $_n$)を選択することが可能である。8ビットVQとリファレンス1、2、 \dots 、 n のうちからの選択に関して、閉ループまたは開ループで選択を実行することができる。閉ループでは、すべての可能なリファレンスが試され、歪みまたはビットレート、例えば、所定のビットレートに対する低い歪みまたは歪みのターゲットレベルに対する低いビットレートの特定の基準を最適化するリファレンスが選択される。開ループでは、オペレーション806が、量子化されるLPCフィルタの線形予測係数および利用可能なリファレンスLPCフィルタの線形予測係数の値に基づいてリファレンスをあらかじめ決定する。

20

【 0 1 2 3 】

オペレーション807: オペレーション806における選択に続いて、送信器(オペレーション807)が、復号器(図示せず)に、以下を示すインデックスを伝達するか、または信号として送る。

30

- 量子化モード(サブオペレーション807 $_1$)例えば、絶対量子化または差分量子化、
- 差分量子化の場合、オペレーション801 $_1$ 、801 $_2$ 、 \dots 、801 $_n$ (サブオペレーション807 $_2$)の選択されたリファレンスおよび関連する差分量子化器。

【 0 1 2 4 】

そのような信号送信のためにいくつかの特定のビットが復号器に伝送される。

【 0 1 2 5 】

[代数的ベクトル量子化器]

例えば図6のオペレーション605および図8のオペレーション805、805 $_1$ 、805 $_2$ 、 \dots 、805 $_n$ において使用される可能な代数的ベクトル量子化器(AVQ)は、AMR-WB+(非特許文献1)のTCXモードでスペクトルを量子化するために使用される8次元RE8格子ベクトル量子化器に基づく。

40

【 0 1 2 6 】

16次のLPCの場合、それぞれの重み付け残差LSFベクトルは、2つの8次元サブベクトル B_1 および B_2 に分割される。これら2つのサブベクトルのそれぞれが、後述の3オペレーションアプローチを使用して量子化される。

【 0 1 2 7 】

LSFベクトルはすべてが量子化誤差に対し同じ感度を有するわけではなく、したがって一方のLSFベクトルに適用される特定の量子化誤差が他方のLSFベクトルに適用されると

50

同じ量子化誤差よりも多くの影響をスペクトル歪みに及ぼしうる。重みオペレーションは、すべての重み付けLSFベクトルに対し同じ相対感度を与える。AVQは、同じレベルの量子化誤差を重み付けLSFベクトルに導入するという特異性を有する(一様量子化誤差)。逆量子化を実行する場合、逆量子化された重み付けLSFベクトルに適用される逆重みも、明らかに量子化誤差に適用される。したがって、元々同様であった量子化誤差は、量子化された複数のLSFベクトルに分配され、LSFベクトルの感度が高ければ高いほど得られる量子化誤差は小さくなり、LSFベクトルの感度が低ければ低いほど得られる量子化誤差は大きくなる。その結果、スペクトル歪みに対する量子化誤差の影響は最小になる。

【 0 1 2 8 】

非特許文献 1 において説明されているように、RE8量子化器は、固定されあらかじめ決定されている量子化を使用する。その結果、サブベクトルを符号化するために必要なビットレートが、このサブベクトルの振幅とともに増大する。

10

【 0 1 2 9 】

スケール係数Wは、重み付けLSFベクトルの振幅を制御する。したがって、スケール係数Wは、LSFベクトルを量子化するために必要なビットレートと平均スペクトル歪みの両方をさらに制御する。

【 0 1 3 0 】

[第1のオペレーション: 格子 RE_8 で最近傍を見つける]

この第1のオペレーションでは、8次元サブベクトル B_k は、格子 RE_8 内の1つの点として丸められ、その量子化されたバージョンである

20

【 0 1 3 1 】

【 数 3 】

$$\hat{B}_k$$

【 0 1 3 2 】

を出力する。量子化プロシージャを見る前に、この格子の特性を調べておくのは無駄ではない。格子 RE_8 は、

30

【 0 1 3 3 】

【 数 4 】

$$RE_8 = 2D_8 \cup \{2D_8 + (1, \dots, 1)\}$$

【 0 1 3 4 】

として、つまり、格子 $2D_8$ と格子 $2D_8$ のベクトル $(1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1)$ によってシフトされたバージョンとの合併として定義される。したがって、格子 RE_8 内の最近傍を探索することは、格子 $2D_8$ 内の最近傍を探索し、次いで格子 $2D_8 + (1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1)$ 内の最近傍を探索し、最後に、これら2つの格子点のうちの最良のものを選択することと同等である。格子 $2D_8$ は、格子 D_8 を2倍にスケールしたものであるが、ただし、格子 D_8 は

40

$$D_8 = \{(x_1, \dots, x_8) \mid Z^8 \mid x_1 + \dots + x_8 \text{ が偶数}\}$$

として定義される。つまり、格子 D_8 内の点は、すべての成分の総和が偶数であることを条件として、すべて整数である。これは、格子 $2D_8$ 内の点の成分の総和が4の整数倍であることも意味する。

【 0 1 3 5 】

格子 RE_8 のこの定義から、格子 RE_8 内のすべての格子点の間で8次元サブベクトル B_k の最近傍を探索する高速アルゴリズムを構成することが簡単に行える。これは、以下のオペレ

50

ーションを適応することによって実行できる。サブベクトル B_k の成分は、浮動小数点数値であり、量子化の結果、

【 0 1 3 6 】

【 数 5 】

$$\hat{B}_k$$

【 0 1 3 7 】

は整数のベクトルとなる。

【 0 1 3 8 】

1. $z_k=0.5*B_k$
2. それぞれの成分 z_k を最近整数に丸めて、

【 0 1 3 9 】

【 数 6 】

$$\bar{z}_k$$

【 0 1 4 0 】

を生成する

3.

【 0 1 4 1 】

【 数 7 】

$$y1_k = 2\bar{z}_k$$

【 0 1 4 2 】

4. Sを $y1_k$ の成分の総和として計算する
5. Sが4の整数倍でない場合(負の値も可能である)、その成分のうちの1つを以下のように修正する
 - $\text{abs}(z_k(i) - y1_k(i))$ が最高値となる位置Iを見つける
 - $z_k(I) - y1_k(I) < 0$ ならば、 $y1_k(I) = y1_k(I) - 2$
 - $z_k(I) - y1_k(I) > 0$ ならば、 $y1_k(I) = y1_k(I) + 2$
6. $z_k = 0.5*(B_k - 1.0)$ 、ただし、1.0はすべての成分が1であるベクトルを表す
7. z_k のそれぞれの成分を最近整数に丸めて

【 0 1 4 3 】

【 数 8 】

$$\bar{z}_k$$

【 0 1 4 4 】

を生成する

8.

【 0 1 4 5 】

10

20

30

40

【数 9】

$$y2_k = 2\bar{z}_k$$

【0 1 4 6】

9. Sを $y2_k$ の成分の総和として計算する

10. Sが4の整数倍でない場合(負の値も可能である)、その成分のうちの1つを以下のように修正する

- $\text{abs}(z_k(l) - y2_k(l))$ が最高値となる位置lを見つける
- $z_k(l) - y2_k(l) < 0$ ならば、 $y2_k(l) = y2_k(l) - 2$
- $z_k(l) - y2_k(l) > 0$ ならば、 $y2_k(l) = y2_k(l) + 2$

10

11. $y2_k = y2_k + 1.0$ 12. $e1_k = (B_k - y1_k)^2$ および $e2_k = (B_k - y2_k)^2$ を計算する13. $e1_k > e2_k$ ならば、最良格子点(格子内の最近傍)は $y1_k$ であり、そうでなければ、最良格子点は $y2_k$ である。

【0 1 4 7】

【数 1 0】

$$\hat{B}_k = c_k$$

20

【0 1 4 8】

であるが、ただし、 c_k は、上で選択されたとおりに最良格子点である。

【0 1 4 9】

[第2のオペレーション:インデックスの計算]

この第1のオペレーションでは、それぞれの8次元サブベクトル B_k は、格子 RE_8 内の1つの点として丸められた。結果は、

【0 1 5 0】

【数 1 1】

30

$$\hat{B}_k = c_k$$

【0 1 5 1】

であり、 B_k の量子化されたバージョンである。この第2のオペレーションでは、復号器に伝送するためにインデックスを c_k 毎に計算する。このインデックスの計算は、以下のように実行される。

【0 1 5 2】

格子 RE_8 内の所定の点に関するインデックスの計算は、以下の2つの基本的原理に基づく

40

1. 格子 RE_8 内のすべての点は、 $m=0, 1, 2, 3$ などの半径

【0 1 5 3】

【数 1 2】

$$\sqrt{8m}$$

【0 1 5 4】

の同心球上にあり、所定の球上のそれぞれの格子点は、リーダーと称されるリファレンス

50

点の座標の順序を変えることによって生成されうる。球面上のリーダーは、球面上にある格子点の総数に比べて非常に少ない。異なるビットレートの符号帳は、所定の数 m までの球のみを含めることによって構成することができる。符号帳 Q_0 、 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 、および Q_5 がそれぞれ0、4、8、12、16、および20ビットで構成される場合の詳細については、非特許文献6を参照のこと。したがって、符号帳 Q_n は、その符号帳内の任意の点にインデックスを付けるために $4n$ 個のビットを必要とする。

2. 基本符号帳 C (つまり、最大 m までの個数の球の所定の集合からのすべての格子点を含む符号帳)から、基本符号帳 C の要素に係数 M を乗算し、ポロノイ拡張(Voronoi extension)と称される第2段階の符号帳を加算することによって拡張符号帳(extended codebook)を生成することができる。この構成は、 M をスケーリング係数、 z を基本符号帳内の点、 v をポロノイ拡張として、 $y=Mz+v$ で与えられる。拡張は、任意の点 $y=Mz+v$ も格子 RE_g 内の点になるように計算される。拡張符号帳は、基本符号帳に比べて、原点からさらに遠くへ延在する格子点を含む。

【0155】

この場合、LPC量子化器における基本符号帳は、非特許文献6からの符号帳 Q_0 、 Q_2 、 Q_3 、または Q_4 のいずれかとするすることができる。所定の格子点 c_k がこれらの基本符号帳に含まれない場合、このときに符号帳 Q_3 または Q_4 のみを使用して、ポロノイ拡張が適用される。ここで、 Q_2 、 Q_3 であるが、

【0156】

【数13】

$$Q_3 \neq Q_4$$

【0157】

であることに留意されたい。

【0158】

次いで、第1のオペレーションにおいて得られた、それぞれの格子点 c_k に対するインデックスの計算は、以下のオペレーションに従って実行される。

【0159】

c_k が基本符号帳 C にあるかどうかを確認する。これは、 c_k が非特許文献6からの符号帳 Q_0 、 Q_2 、 Q_3 、または Q_4 の要素であるかどうかを確認することを意味する。

- c_k が基本符号帳 C の一要素である場合、 c_k を符号化するために使用されるインデックスは、符号帳番号 n_k に、符号帳 Q_{n_k} 内の符号ベクトル c_k のインデックス l_k を加えた値である。符号帳番号 n_k は、第3のオペレーションにおいて説明されているように符号化される。インデックス l_k は、符号ベクトル c_k の階数、つまり、 c_k を得るために特定のリーダーに適用される順列を示す(非特許文献7を参照)。 $n_k=0$ であれば、 l_k はビットをいっさい使用しない。そうでなければ、インデックス l_k は $4n_k$ 個のビットを使用する。

- c_k が基本符号帳に入っていない場合、このときに基本符号帳として符号帳 Q_3 または Q_4 のみを使用して、以下のサブオペレーションを通じてポロノイ拡張を適用する。

【0160】

V0 拡張次数 $r=1$ およびスケーリング係数 $M=2^r=2$ を設定する。

【0161】

V1 格子点 c_k のポロノイインデックス k を計算する。ポロノイインデックス k は、拡張次数 r およびスケーリング係数 M に依存する。ポロノイインデックスは、 k がスケーリングされ、平行移動されたポロノイ領域内の c_k の相対位置にのみ依存するように剰余演算を用いて

$$k = \text{mod}_M(c_k G^{-1})$$

のように計算されるが、ただし、 G は生成行列であり、 $\text{mod}_M(\cdot)$ は成分毎の M を法とする剰余演算である。したがって、ポロノイインデックス k は、各成分が0から $M-1$ までの範囲の

10

20

30

40

50

整数値をとる整数ベクトルである。

【 0 1 6 2 】

V2 ボロノイインデックス k からボロノイ符号ベクトル v を計算する。これは、非特許文献 8 において説明されているようなアルゴリズムを使用して実装することができる。

【 0 1 6 3 】

V3 差分ベクトル $w=c_k-v$ を計算する。この差分ベクトル w は、常に、スケーリングされた格子 m に属し、 m は格子 RE_g である。 $z=w/M$ を計算する、つまり、逆スケーリングを差分ベクトル w に適用する。 w は M に属しているので、符号ベクトル z は格子 m に属す。

【 0 1 6 4 】

V4 z が基本符号帳 C (つまり、 Q_3 または Q_4)に入っているか確認する。

10

z が、基本符号帳 C に入っていない場合、拡張次数 r を1だけ増分し、スケーリング係数 M に2を乗算し、サブオペレーションV1に戻る。そうでない場合、 z が基本符号帳 C に入っている場合、拡張次数 r および c_k のインデックスを符号化するために十分に大きいスケーリング係数 $M=2^r$ が見つかっている。インデックスは3つの部分から形成される、つまり、1) 以下で定義されている単項符号としての符号帳 n_k 、2) 対応する基本符号帳(Q_3 または Q_4 のいずれか)内の z の階数 l_k 、3) サブオペレーションV1において計算されたボロノイインデックスベクトル k の8つのインデックスから形成され、それぞれのインデックスはちょうど r 個のビットを必要とする(r はサブオペレーションV0で設定されたボロノイ拡張次数である)。符号帳番号 n_k は、第3のオペレーションにおいて説明されているように符号化される。

【 0 1 6 5 】

20

次いで、格子点 c_k は、

$$c_k = Mz + V$$

と記述される。

【 0 1 6 6 】

[第3のオペレーション: 符号帳番号の可変長符号化]

符号帳番号 n_k は、Table 3(表3)に示されているように、LPCフィルタの位置および量子化モードに依存する可変長符号を使用して符号化される。

【 0 1 6 7 】

【表 3】

フィルタ	量子化モード	n_k モード
LPC4	絶対	0
LPC0	絶対	0
	相対 LPC4	3
LPC2	絶対	0
	相対 LPC4	3
LPC1	絶対	0
	相対(LPC0+LPC2)/2	1
	相対 LPC2	2
LPC3	絶対	0
	相対(LPC2+LPC4)/2	1
	相対 LPC2	2
	相対 LPC4	2

Table 3 - 符号帳番号 n_k に対する符号化モード

【 0 1 6 8 】

n_k モード0および3:

符号帳番号 n_k は、以下のように、可変長符号として符号化される。

Q_2 n_k に対する符号は00である

Q_3 n_k に対する符号は01である

Q_4 n_k に対する符号は10である

その他: n_k に対する符号は11と、それに続く、

Q_5 0

Q_6 10

Q_0 110

Q_7 1110

Q_8 11110

などである。

【 0 1 6 9 】

n_k モード1:

符号帳番号 n_k は、以下のように、単項符号として符号化される。

Q_0 n_k に対する単項符号は0である

Q_2 n_k に対する単項符号は10である

Q_3 n_k に対する単項符号は110である

Q_4 n_k に対する単項符号は1110である

など。

【 0 1 7 0 】

n_k モード2:

符号帳番号 n_k は、以下のように、可変長符号として符号化される。

Q_2 n_k に対する符号は00である

Q_3 n_k に対する符号は01である

Q_4 n_k に対する符号は10である

その他: n_k に対する符号は11と、それに続く、

Q_0 0

Q_5 10

Q_6 110

などである。

10

【 0 1 7 1 】

[量子化モードの決定]

それぞれのLSFベクトルについて、Table 2で説明されているようなすべての可能な絶対および差分量子化モードが、それぞれ試され、例えば、最小限度のビット数を必要とする量子化モードが選択される。符号化された量子化モードおよび量子化インデックスの対応する集合が復号器に伝送される。

【 0 1 7 2 】

前記の説明において述べたように、符号器から復号器に伝送される量子化されたLPCフィルタの実際の個数は、固定されず、むしろ、符号器で実行されるACELP/TCX決定に依存する。例えば、長いTCX(TCX1024)は、量子化されたフィルタLPC4の伝送のみを必要とするが、ACELPまたは短いTCX(TCX256)を伴う組み合わせは、4つすべての量子化されたLPCフィルタLPC1からLPC4の伝送を必要とする。ACELP/TCXモード構成によって必要とされる量子化されたLPCフィルタのみが、実際に伝送される。

20

【 0 1 7 3 】

[代数的ベクトル量子化の復号化プロセス]

上で述べたように、ビットストリーム内に符号化された量子化されたLPCフィルタの実際の個数は、スーパーフレームのACELP/TCXモード組み合わせに依存する。ACELP/TCXモード組み合わせは、ビットストリームから抽出され、スーパーフレームを構成する4つのフレームのそれぞれの符号化モード、 $k=0$ から3に対する $\text{mod}[k]$ を決定する。モードの値は、ACELPに対しては0、TCX256に対しては1、TCX512に対しては2、TCX1024に対しては3である。

30

【 0 1 7 4 】

スーパーフレームの1から4までの量子化されたLPCフィルタに加えて、線形予測ベースコーデックを使用して符号化されたそれぞれのセグメントの第1のスーパーフレームに対し上述の任意選択の量子化されたフィルタLPC0が伝送される。

【 0 1 7 5 】

量子化されたLPCフィルタが、通常、ビットストリーム内に見つかる順序は、LPC4、任意選択のLPC0、LPC2、LPC1、およびLPC3である。

40

【 0 1 7 6 】

ビットストリーム内の所定のLPCフィルタの存在に対する条件を、Table 4(表4)にまとめた。

【 0 1 7 7 】

【表 4】

LPC フィルタ	存在条件
LPC0	LP を使用して符号化された第1のスーパーフレーム
LPC1	mod[0]<2
LPC2	mod[2]<3
LPC3	mod[2]<2
LPC4	常に

10

Table 4 - ビットストリーム内の所定の LPC フィルタの存在に対する条件

【 0 1 7 8 】

図9は、復号プロセスの概要を示す略ブロック図である。

【 0 1 7 9 】

20

オペレーション901および902:復号器は、受信したビットストリーム、例えば、デマルチプレクサから、ACELP/TCXモード組み合わせに必要な量子化されたLPCフィルタのそれぞれに対応する量子化インデックスを受け取り、抽出するための手段を備える。所定の量子化されたLPCフィルタについて、量子化モードの決定器は、符号器から受信したビットストリームから、量子化モードに関するインデックスまたは情報を抽出し、量子化モードがTable 2(表2)に示されているような絶対量子化モードであるか、または差分量子化モードであるかを判定する。

【 0 1 8 0 】

オペレーション903および905:オペレーション901および902が、量子化モードが絶対量子化モードであると判定した場合、抽出器は、ビットストリームから、確率論的なVQ量子化された第1段階の近似に対応する1つまたは複数のインデックスを抽出する(オペレーション903)。次いで、計算器が、逆量子化を通じて第1段階の近似を計算する(オペレーション905)。

30

【 0 1 8 1 】

オペレーション904および905:オペレーション901および902が、量子化モードが差分量子化モードである(絶対量子化モードでない)と判定した場合、抽出器は、ビットストリームから、複数の可能なリファレンスのうちから選ばれたリファレンス、例えば、リファレンスLPCベクトルを表すインデックスまたは情報を抽出する(オペレーション904)。次いで、計算器が、Table 2(表2)を参照しつつ説明されているようにこの情報から第1段階の近似を計算する(オペレーション905)。

40

【 0 1 8 2 】

オペレーション906において、VQ情報の抽出器は、符号器から受信したビットストリームから、可変ビットレートVQ情報、例えば、AVQ情報を抽出する。より具体的には、非制限的な例として、2つの残差LSFサブベクトル

【 0 1 8 3 】

【 数 1 4 】

$$\hat{B}_k$$

50

【 0 1 8 4 】

に対するAVQ情報がビットストリームから抽出される。AVQ情報は、通常は、2つの符号化された符号帳番号と対応するAVQインデックスとを含む。唯一の例外は、フィルタLPC1が(量子化されたフィルタLPC0+量子化されたフィルタLPC2)/2に関して差分量子化される場合であるが、この場合には、ビットストリーム中にAVQ情報が存在していないからである。後者の例外の場合、量子化されたLSFベクトル909は、オペレーション905からの第1段階の近似として出力される。

【 0 1 8 5 】

オペレーション907: 代数的ベクトル量子化器が、オペレーション906から抽出されたAVQ情報を受け取り、そのAVQの寄与分を逆量子化するか、または逆重み付けし、復元する。

10

【 0 1 8 6 】

[AVQインデックスの復号化]

LPCフィルタを復号化することは、抽出されたAVQ情報、例えば、重み付け残差LSFベクトルのそれぞれの量子化されたサブベクトル

【 0 1 8 7 】

【数 1 5】

$$\hat{B}_k$$

20

【 0 1 8 8 】

を記述するAVQパラメータを復号化することを伴う。前記の例では、それぞれのサブベクトル B_k は、次元8を有する。それぞれのサブベクトル B_k に対するAVQパラメータは、上述の代数的ベクトル量子化の第2のオペレーションにおいて説明されている。それぞれの量子化されたサブベクトル

【 0 1 8 9 】

【数 1 6】

$$\hat{B}_k$$

30

【 0 1 9 0 】

について、2値インデックスの3つの集合が、符号器によって復号器に送られる。

【 0 1 9 1 】

a) 上述の代数的ベクトル量子化の第3のオペレーションにおいて説明されているようなエントロピー符号を使用して伝送される、符号帳番号 n_k 、

b) 格子点 z を得るためにどのような順列を特定のリーダーに適用しなければならないかを示す(上述の代数的ベクトル量子化の第2のオペレーションを参照)、基本符号帳内の選択された格子点 z の階数 l_k 、

40

c) 量子化されたサブベクトル

【 0 1 9 2 】

【数 1 7】

$$\hat{B}_k$$

【 0 1 9 3 】

(格子 RE_8 内の格子点)が、基本符号帳内になかった場合、ボロノイ拡張インデックスベクトル k の8つのインデックスが上述の代数的ベクトル量子化の第2のオペレーションのサブ

50

オペレーションV1において計算され、ポロノイ拡張インデックスから、非特許文献8によって教示されているように拡張ベクトル v を計算することができる。インデックスベクトル k のそれぞれの成分内のビットの数は、インデックス n_k の符号値から得られる、拡張次数 r で与えられる。ポロノイ拡張のスケーリング係数 M は、 $M=2^r$ で与えられる。

【0194】

次いで、スケーリング係数 M 、ポロノイ拡張ベクトル v (格子 RE_8 内の格子点)、および基本符号帳内の格子点 z (格子 RE_8 内の格子点も)から、それぞれスケーリングされ、量子化されたサブベクトル

【0195】

【数18】

10

$$\hat{B}_k$$

【0196】

を、以下の関係式

【0197】

【数19】

$$\hat{B}_k = Mz + v$$

20

【0198】

を使用して計算することができる。

【0199】

ポロノイ拡張がない(つまり、 $n_k < 5$ 、 $M=1$ かつ $z=0$)場合、基本符号帳は、非特許文献6からの符号帳 Q_0 、 Q_2 、 Q_3 、または Q_4 のいずれかである。したがって、ベクトル k を伝送するのにビットを必要としない。そうでなければ、

【0200】

【数20】

30

$$\hat{B}_k$$

【0201】

が十分に大きい場合ポロノイ拡張が使用される場合、非特許文献6からの Q_3 または Q_4 のみが、基本符号帳として使用される。 Q_3 または Q_4 の選択は、上述の代数的ベクトル量子化の第2のオペレーションにおいて説明されているように、符号帳番号値 n_k で暗黙のうちに指定される。

【0202】

オペレーション908:加算器が、オペレーション905からの第1段階の近似とオペレーション907からの逆重み付けAVQ寄与分とを足し合わせて量子化されたLSFベクトル909を再構成し、復元する。

【0203】

本発明は、その例示的な実施形態を用いて前記の説明において定義されているが、これらの実施形態は、本発明の精神および性質から逸脱することなく、付属の請求項の範囲内において、随意に修正することができる。

【符号の説明】

【0204】

D8 格子

40

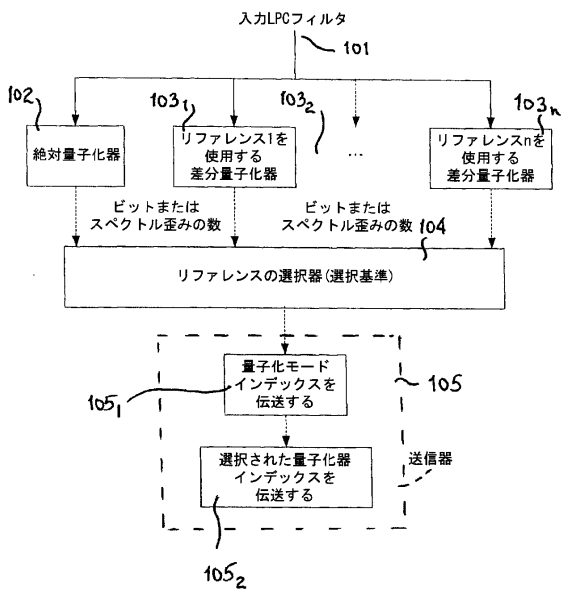
50

- 2D8 格子
- B1およびB2 8次元サブベクトル
- Bk 8次元サブベクトル
- C 基本符号帳
- Q0、Q1、Q2、Q3、Q4、およびQ5 符号帳
- Qn 符号帳
- RE8 格子
- 1、2、...、n リファレンス
- 101 LPCフィルタ
- 105 送信器
- 607 入力LSFベクトル
- 608 第1段階の近似
- 609 残差LSFベクトル
- 610 LSF重み関数
- 611 重み付け残差LSFベクトル
- 612 量子化された重み付け残差LSFベクトル
- 613 インデックス
- 708 第1段階の近似
- 709 逆LSF重み関数
- 710 インデックス
- 711 重み付け残差LSFベクトル
- 712 残差LSFベクトル
- 713 復号化されたLSFベクトル
- 800 入力LSFベクトル
- 909 LSFベクトル

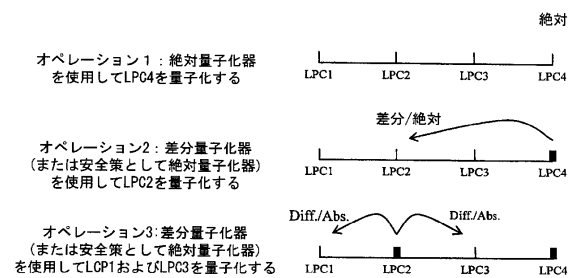
10

20

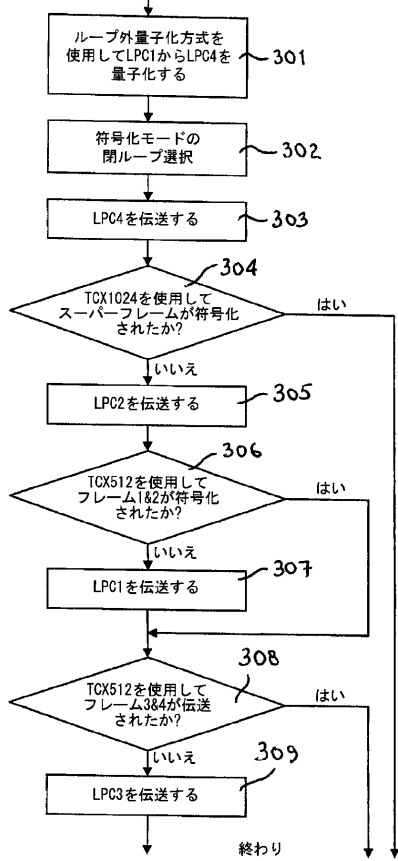
【図1】



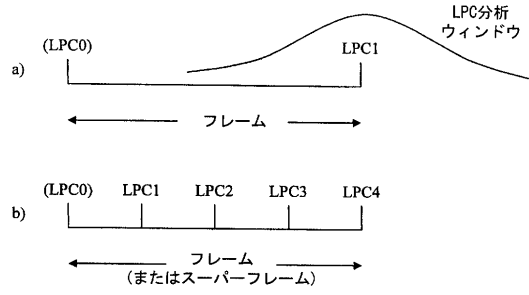
【図2】



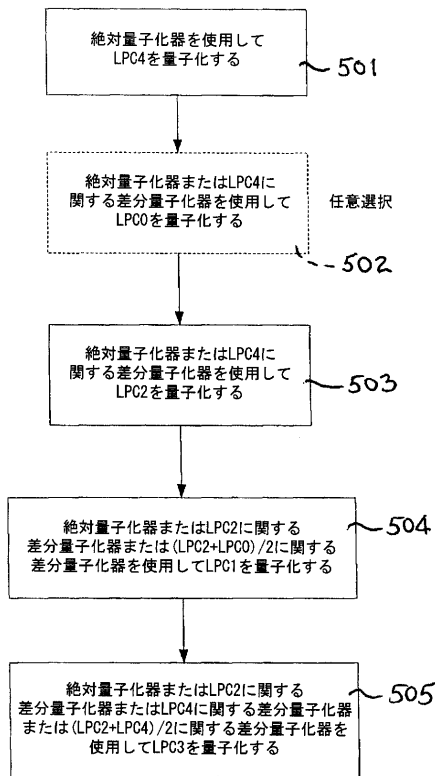
【図3】



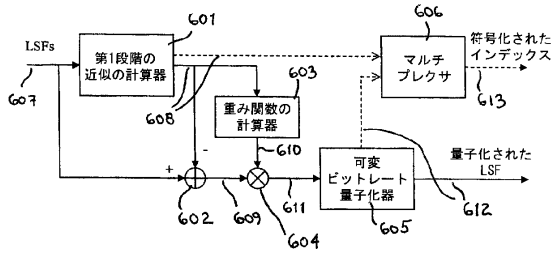
【図4】



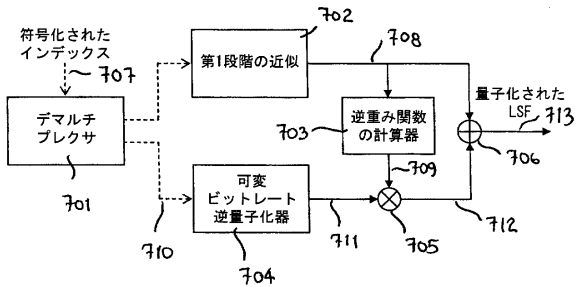
【図5】



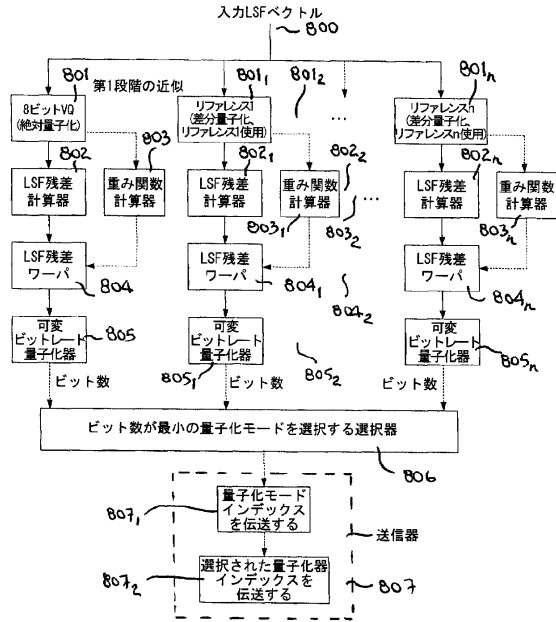
【図6】



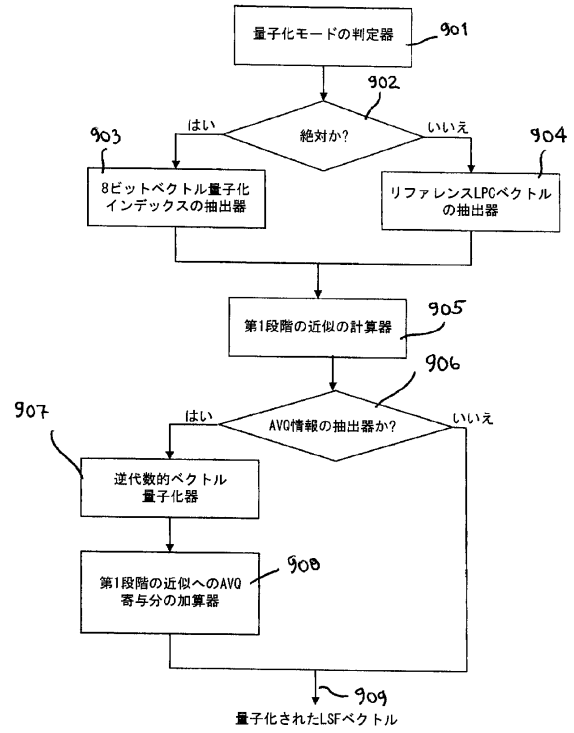
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

- (72)発明者 フィリップ・グルネー
カナダ・ケベック・J 1 L・0 A 2・シャープブルック・リュ・デュ・ソーヴィニヨン・3 0 1 2
- (72)発明者 ブリュノ・ベセツト
カナダ・ケベック・J 1 N・4 G 5・シャープブルック・リュ・ムリロ・1 6 0 0
- (72)発明者 レドワン・サラミ
カナダ・ケベック・H 4 N・4 A 2・サン・ローラン・リュ・カリエール・ジブラーン・2 0 3

審査官 毛利 太郎

- (56)参考文献 特開2002-055700(JP,A)
特開2007-142547(JP,A)
特表2007-525707(JP,A)
特表2008-503783(JP,A)
特開平09-034499(JP,A)
特開平06-175695(JP,A)
特開2003-044097(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 1 0 L 1 9 / 0 0 - 1 9 / 2 6
H 0 3 M 7 / 0 0 - 7 / 5 0