

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5800920号
(P5800920)

(45) 発行日 平成27年10月28日(2015.10.28)

(24) 登録日 平成27年9月4日(2015.9.4)

(51) Int.Cl.		F I			
G 1 O L	19/035	(2013.01)	G 1 O L	19/035	A
H O 3 M	7/30	(2006.01)	H O 3 M	7/30	Z

請求項の数 14 (全 46 頁)

(21) 出願番号	特願2013-557573 (P2013-557573)	(73) 特許権者	000004226
(86) (22) 出願日	平成25年2月7日(2013.2.7)		日本電信電話株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/052913		東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(87) 国際公開番号	W02013/118834	(74) 代理人	100121706
(87) 国際公開日	平成25年8月15日(2013.8.15)		弁理士 中尾 直樹
審査請求日	平成26年3月27日(2014.3.27)	(74) 代理人	100128705
(31) 優先権主張番号	特願2012-24175 (P2012-24175)		弁理士 中村 幸雄
(32) 優先日	平成24年2月7日(2012.2.7)	(74) 代理人	100147773
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		弁理士 義村 宗洋
		(72) 発明者	福井 勝宏
			東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日
			本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	日和▲崎▼ 祐介
			東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日
			本電信電話株式会社内

最終頁に続く

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

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の入力信号サンプルにより構成されるフレーム単位の入力信号系列を符号化する符号化方法において、

上記入力信号系列に含まれる各入力信号サンプルが正規化された信号による系列を符号化して得られる正規化信号符号と、上記正規化信号符号に対応する量子化正規化済み信号系列と、を得る正規化信号符号化ステップと、

上記入力信号系列に対応するゲインである量子化グローバルゲインと、上記量子化グローバルゲインに対応するグローバルゲイン符号と、を得るグローバルゲイン符号化ステップと、

上記量子化正規化済み信号系列をN個の範囲(Nは2以上の整数)に区分する区分ステップと、

区分された範囲ごとに上記量子化グローバルゲインをゲイン補正量で補正して得られる補正ゲインと上記量子化正規化済み信号系列の各サンプルの値とを乗算して得られる信号系列と上記入力信号系列との相関が最大又は誤差が最小となる、区分された範囲毎のゲイン補正量を特定するためのゲイン補正量符号を得るゲイン補正量符号化ステップとを有し、

上記区分ステップは、

上記量子化正規化済み信号系列の第nの範囲(nは1からN-1までの各整数)を、
(a)上記量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサン

ブルの値の二乗和と、上記量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和の N 分の n と、が最も近づくように、

または、

(b) 上記量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第 n の範囲までに含まれる全てのサンプルの値の絶対値和と、上記量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和の N 分の n と、が最も近づくように、

または、

(c) 上記量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第 n の範囲までのサンプル数の合計が、上記量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第 n の範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和が上記量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和の N 分の n 以上となる最小のサンプル数になるように、

10

または、

(d) 上記量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第 n の範囲までのサンプル数の合計が、上記量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第 n の範囲までに含まれる全てのサンプルの値の絶対値和が上記量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和の N 分の n 以上となる最小のサンプル数になるように、

または、

(e) 上記量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第 n の範囲までのサンプル数の合計が、上記量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第 n の範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和が上記量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和の N 分の n 以下となる最大のサンプル数になるように、

20

または、

(f) 上記量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第 n の範囲までのサンプル数の合計が、上記量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第 n の範囲までに含まれる全てのサンプルの値の絶対値和が上記量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和の N 分の n 以下となる最大のサンプル数になるように、

求め、

上記量子化正規化済み信号系列のうちの第1の範囲から第 $N - 1$ の範囲以外の範囲を、上記量子化正規化済み信号系列の第 N の範囲とする

ことで、上記量子化正規化済み信号系列を N 個の範囲に区分する

30

ことにより行なわれる

符号化方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の符号化方法であって、

上記補正ゲインは、上記量子化グローバルゲインと上記ゲイン補正量とを加算した値である

ことを特徴とする符号化方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の符号化方法であって、

上記補正ゲインは、上記量子化グローバルゲインと、上記量子化正規化済み信号系列のフレーム内の全てのサンプルの値の二乗和を上記量子化正規化済み信号系列の区分された範囲内の全てのサンプルの値の二乗和で除算した値を上記ゲイン補正量に乘算した値と、を加算した値である

40

ことを特徴とする符号化方法。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の符号化方法であって、

上記補正ゲインは、上記量子化グローバルゲインと、上記量子化正規化済み信号系列のフレーム内のサンプルのエネルギーが所定値より大きいサンプルの個数を上記量子化正規化済み信号系列の区分された範囲内のサンプルのエネルギーが上記所定値より大きいサンプルの個数で除算した値をゲイン補正量に乘算した値と、を加算した値である

50

ことを特徴とする符号化方法。

【請求項 5】

請求項 2 から請求項 4 の何れかに記載の符号化方法であって、

上記ゲイン補正量は、量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補が予め格納されたゲイン補正量コードブックに含まれる量子化幅乗算前ゲイン補正量と、上記量子化グローバルゲインに対応する量子化ステップ幅と、を乗算して得られる値である

ことを特徴とする符号化方法。

【請求項 6】

フレーム単位の符号を復号して出力信号系列を得る復号方法において、

上記符号に含まれる正規化信号符号を復号して復号正規化済み信号系列を得る正規化信号復号ステップと、

上記復号正規化済み信号系列を N 個の範囲 (N は 2 以上の整数) に区分する区分ステップと、

上記符号に含まれるゲイン補正量符号を復号して上記各範囲に対応するゲイン補正量を得るゲイン補正量復号ステップと、

上記符号に含まれるグローバルゲイン符号を復号して復号グローバルゲインを得るグローバルゲイン復号ステップと、

上記区分された範囲ごとに、上記復号グローバルゲインを上記ゲイン補正量で補正して得られる補正ゲインと上記復号正規化済み信号系列の各サンプルの値とを乗算して得られる信号系列を出力信号系列とする復号信号系列生成ステップと

を有し、

上記区分ステップは、

上記復号正規化済み信号系列の第 n の範囲 (n は 1 から $N - 1$ までの各整数) を、

(a) 上記復号正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和と、上記復号正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和の N 分の n と、が最も近づくように、

(b) 上記復号正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までに含まれる全てのサンプルの値の絶対値和と、上記復号正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和の N 分の n と、が最も近づくように、

(c) 上記復号正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までのサンプル数の合計が、上記復号正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和が上記復号正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和の N 分の n 以上となる最小のサンプル数になるように、

(d) 上記復号正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までのサンプル数の合計が、上記復号正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までに含まれる全てのサンプルの値の絶対値和が上記復号正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和の N 分の n 以上となる最小のサンプル数になるように、

(e) 上記復号正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までのサンプル数の合計が、上記復号正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和が上記復号正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和の N 分の n 以下となる最大のサンプル数になるように、

(f) 上記復号正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までのサンプル数の合計が、上記復号正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までに含まれる全てのサンプルの値の絶対値和が上記復号正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和の N 分の n 以下となる最大のサンプル数になるように、

上記の (a) から (f) の何れかの予め定められた区分方法であって、上記復号方法に対応する符号化方法の区分ステップで行われた区分方法により求め、

上記復号正規化済み信号系列のうちの第 1 の範囲から第 $N - 1$ の範囲以外の範囲を、上記復号正規化済み信号系列の第 N の範囲とする

ことで、上記復号正規化済み信号系列を N 個の範囲に区分する

10

20

30

40

50

ことにより行なわれる
復号方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の復号方法であって、

上記補正ゲインは、上記復号グローバルゲインと上記ゲイン補正量とを加算した値である

ことを特徴とする復号方法。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の復号方法であって、

上記補正ゲインは、上記復号グローバルゲインと、上記復号正規化済み信号系列のフレーム内の全てのサンプルの値の二乗和を上記復号正規化済み信号系列の区分された範囲内の全てのサンプルの値の二乗和で除算した値を上記ゲイン補正量に乗算した値と、を加算した値である

ことを特徴とする復号方法。

【請求項 9】

請求項 6 に記載の復号方法であって、

上記補正ゲインは、上記復号グローバルゲインと、上記復号正規化済み信号系列のフレーム内のサンプルのエネルギーが所定値より大きいサンプルの個数を上記復号正規化済み信号系列の区分された範囲内のサンプルのエネルギーが上記所定値より大きいサンプルの個数で除算した値を上記ゲイン補正量に乗算した値と、を加算した値である

ことを特徴とする復号方法。

【請求項 10】

請求項 7 から請求項 9 の何れかに記載の復号方法であって、

上記ゲイン補正量は、量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補が予め格納されたゲイン補正量コードブックに含まれる量子化幅乗算前ゲイン補正量と、上記復号グローバルゲインに対応する量子化ステップ幅と、を乗算して得られる値である

ことを特徴とする復号方法。

【請求項 11】

複数の入力信号サンプルにより構成されるフレーム単位の入力信号系列を符号化する符号化装置であって、

上記入力信号系列に含まれる各入力信号サンプルが正規化された信号による系列を符号化して得られる正規化信号符号と、上記正規化信号符号に対応する量子化正規化済み信号系列と、を得る正規化信号符号化部と、

上記入力信号系列に対応するゲインである量子化グローバルゲインと、上記量子化グローバルゲインに対応するグローバルゲイン符号と、を得るグローバルゲイン符号化部と、

上記量子化正規化済み信号系列を N 個の範囲 (N は 2 以上の整数) に区分する区分部と、

区分された範囲ごとに上記量子化グローバルゲインをゲイン補正量で補正して得られる補正ゲインと上記量子化正規化済み信号系列の各サンプルの値とを乗算して得られる信号系列と上記入力信号系列との相関が最大又は誤差が最小となる、区分された範囲毎のゲイン補正量を特定するためのゲイン補正量符号を得るゲイン補正量符号化部と

を有し、

上記区分部は、

上記量子化正規化済み信号系列の第 n の範囲 (n は 1 から $N - 1$ までの各整数) を、
(a) 上記量子化正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和と、上記量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和の N 分の n と、が最も近づくように、

または、

(b) 上記量子化正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までに含まれる全てのサン

10

20

30

40

50

ブルの値の絶対値和と、上記量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和のN分のnと、が最も近づくように、

または、

(c)上記量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までのサンプル数の合計が、上記量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和が上記量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和のN分のn以上となる最小のサンプル数になるように、

または、

(d)上記量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までのサンプル数の合計が、上記量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の絶対値和が上記量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和のN分のn以上となる最小のサンプル数になるように、

または、

(e)上記量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までのサンプル数の合計が、上記量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和が上記量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和のN分のn以下となる最大のサンプル数になるように、

または、

(f)上記量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までのサンプル数の合計が、上記量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の絶対値和が上記量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和のN分のn以下となる最大のサンプル数になるように、

求め、

上記量子化正規化済み信号系列のうちの第1の範囲から第N - 1の範囲以外の範囲を、上記量子化正規化済み信号系列の第Nの範囲とすることで、上記量子化正規化済み信号系列をN個の範囲に区分するものである、符号化装置。

【請求項12】

フレーム単位の符号を復号して出力信号系列を得る復号装置であって、

上記符号に含まれる正規化信号符号を復号して復号正規化済み信号系列を得る正規化信号復号部と、

上記復号正規化済み信号系列をN個の範囲(Nは2以上の整数)に区分する区分部と、

上記符号に含まれるゲイン補正量符号を復号して上記各範囲に対応するゲイン補正量を得るゲイン補正量復号部と、

上記符号に含まれるグローバルゲイン符号を復号して復号グローバルゲインを得るグローバルゲイン復号部と、

上記区分された範囲ごとに、上記復号グローバルゲインを上記ゲイン補正量で補正して得られる補正ゲインと上記復号正規化済み信号系列の各サンプルの値とを乗算して得られる信号系列を出力信号系列とする復号信号系列生成部と

を有し、

上記区分部は、

上記復号正規化済み信号系列の第nの範囲(nは1からN - 1までの各整数)を、(a)上記復号正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和と、上記復号正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和のN分のnと、が最も近づくように、

(b)上記復号正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の絶対値和と、上記復号正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和のN分のnと、が最も近づくように、

(c)上記復号正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までのサンプル数の合計が、

10

20

30

40

50

上記復号正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和が上記復号正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和のN分のn以上となる最小のサンプル数になるように、

(d)上記復号正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までのサンプル数の合計が、上記復号正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の絶対値和が上記復号正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和のN分のn以上となる最小のサンプル数になるように、

(e)上記復号正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までのサンプル数の合計が、上記復号正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和が上記復号正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和のN分のn以下となる最大のサンプル数になるように、

(f)上記復号正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までのサンプル数の合計が、上記復号正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の絶対値和が上記復号正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和のN分のn以下となる最大のサンプル数になるように、

上記の(a)から(f)の何れかの予め定められた区分方法であって、上記復号装置に対応する符号化装置の区分部で行われた区分方法により求め、

上記復号正規化済み信号系列のうちの第1の範囲から第N - 1の範囲以外の範囲を、上記復号正規化済み信号系列の第Nの範囲とする

ことで、上記復号正規化済み信号系列をN個の範囲に区分するものである、
復号装置。

【請求項13】

請求項1から請求項5のいずれかに記載の符号化方法の各手順及び/又は請求項6から請求項10のいずれかに記載の復号方法の各手順をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項14】

請求項1から請求項5のいずれかに記載の符号化方法の各手順及び/又は請求項6から請求項10のいずれかに記載の復号方法の各手順をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、音声や音楽などの音響信号を少ない情報量で符号化するための技術に関し、より詳しくは、量子化精度を向上させる符号化技術に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、音声や音楽などの音響信号を離散化したデジタルの入力信号を高効率に符号化する技術として、例えば、入力信号に含まれる5から200ms程度の一定間隔の各区間(フレーム)の入力信号系列を処理対象として、1フレームの入力信号系列に時間-周波数変換を適用して得られた周波数領域信号を符号化することが知られている。このような従来技術のうち、非特許文献1に開示されている符号化装置と復号装置の概要を図1に示す。

【0003】

なお、非特許文献1によるとグローバルゲイン(正規化された入力信号系列の量子化精度に影響を及ぼすゲイン)の量子化値は時間領域で計算されている。しかし、時間領域における信号のエネルギーと周波数領域における信号のエネルギーは等しいため、グローバルゲインの量子化値を周波数領域で求めてもこの結果は時間領域におけるそれと異ならない。従って、ここでは、グローバルゲインの量子化値およびその復号値を周波数領域で計算する場合を例示する。

【0004】

以下、符号化装置での処理を説明する。

<周波数領域変換部 1 0 1 >

周波数領域変換部 1 0 1 には、時間領域の入力信号 $x(t)$ に含まれる連続する複数サンプルからなるフレーム単位の入力時間領域信号系列 $x_F(t)$ が入力される。周波数領域変換部 1 0 1 は、1 フレームの入力時間領域信号系列 $x_F(t)$ に対応する L 点 (L は、正整数で例えば 256 である) の周波数成分を入力周波数領域信号系列 $X(\) [\{0, \dots, L-1\}]$ として出力する。ここで、 t は離散時間のインデックス、 $\)$ は離散周波数のインデックスを表す。時間 - 周波数変換方法として、例えば MDCT (Modified Discrete Cosine Transform) または DCT (Discrete Cosine Transform) を用いることができる。

【 0 0 0 5 】

10

<正規化部 1 0 2 >

正規化部 1 0 2 には、入力周波数領域信号系列 $X(\) [\{0, \dots, L-1\}]$ と、後述するゲイン制御部 1 0 4 で求められた入力周波数領域信号系列 $X(\) [\{0, \dots, L-1\}]$ の各成分の量子化精度を決定するゲイン (以下、グローバルゲインという) g が入力される。正規化部 1 0 2 は、入力周波数領域信号系列 $X(\) [\{0, \dots, L-1\}]$ の各成分をグローバルゲイン g でそれぞれ除することによって、もしくは入力周波数領域信号系列 $X(\) [\{0, \dots, L-1\}]$ の各成分にグローバルゲイン g の逆数をそれぞれ乗することによって、入力周波数領域信号系列 $X(\) [\{0, \dots, L-1\}]$ の正規化を行い、正規化済み信号系列 $X_Q(\) [\{0, \dots, L-1\}]$ を出力する。

【 0 0 0 6 】

20

<量子化部 1 0 3 >

量子化部 1 0 3 には、正規化済み信号系列 $X_Q(\) [\{0, \dots, L-1\}]$ が入力される。量子化部 1 0 3 は、事前に定められた方法で正規化済み信号系列 $X_Q(\) [\{0, \dots, L-1\}]$ の量子化を行い、正規化済み信号系列 $X_Q(\) [\{0, \dots, L-1\}]$ の各成分の量子化値による系列である量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q(\) [\{0, \dots, L-1\}]$ 、および量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q(\) [\{0, \dots, L-1\}]$ に対応する符号である正規化信号符号を生成し、正規化信号符号のビット数 (以下、消費ビット数という) を出力する。また、ゲイン制御部 1 0 4 から、量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q(\) [\{0, \dots, L-1\}]$ と正規化信号符号を出力する指令情報を受けた場合には、量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q(\) [\{0, \dots, L-1\}]$ と正規化信号符号を出力する。

30

【 0 0 0 7 】

<ゲイン制御部 1 0 4 >

ゲイン制御部 1 0 4 には、消費ビット数が入力される。ゲイン制御部 1 0 4 は、消費ビット数が正規化信号符号に対して事前に割り当てられたビット数 (以下、規定ビット数という) 以下の最大値に近づくようにグローバルゲイン g を調整し、調整後のグローバルゲイン g を新たなグローバルゲイン g として出力する。グローバルゲイン g の調整の一例として、消費ビット数が規定ビット数より大きい場合にはグローバルゲイン g を大きくし、そうでなければグローバルゲイン g を小さくする処理を例示できる。消費ビット数が規定ビット数以下の最大値となった場合には、量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q(\) [\{0, \dots, L-1\}]$ と正規化信号符号を出力する指令情報を量子化部 1 0 3 に対して出力する。

40

【 0 0 0 8 】

<グローバルゲイン符号化部 1 0 5 >

グローバルゲイン符号化部 1 0 5 には、入力周波数領域信号系列 $X(\) [\{0, \dots, L-1\}]$ と量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q(\) [\{0, \dots, L-1\}]$ が入力される。グローバルゲイン符号化部 1 0 5 は、予め設定されたグローバルゲインの量子化値の複数の候補のうち、入力周波数領域信号系列 $X(\) [\{0, \dots, L-1\}]$ と、量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q(\) [\{0, \dots, L-1\}]$ の各成分とグローバルゲインの量子化値の候補との乗算値による系列と、の間の相関が最大または誤差が最小となるグローバルゲインの量子化値の候補 g^{\wedge} に対応する符号をグローバルゲイン符号として出力する。

【 0 0 0 9 】

50

符号化装置の出力符号である正規化信号符号とグローバルゲイン符号は、復号装置に向けて送信され、復号装置に入力される。

【 0 0 1 0 】

以下、復号装置での処理を説明する。

< グローバルゲイン復号部 1 0 6 >

グローバルゲイン復号部 1 0 6 には、グローバルゲイン符号が入力される。グローバルゲイン復号部 1 0 6 は、グローバルゲイン符号化部 1 0 5 が行う符号化処理に対応する復号処理を適用して当該グローバルゲイン符号を復号し、復号グローバルゲイン g^{\wedge} を出力する。

【 0 0 1 1 】

< 正規化信号復号部 1 0 7 >

正規化信号復号部 1 0 7 には、正規化信号符号が入力される。正規化信号復号部 1 0 7 は、符号化装置の量子化部 1 0 3 で行われる符号化方法と対応する復号方法を適用して当該正規化信号符号を復号し、復号正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q(\) [\{ 0, \dots, L-1 \}]$ を出力する。

【 0 0 1 2 】

< 復号周波数成分計算部 1 0 8 >

復号周波数成分計算部 1 0 8 には、復号グローバルゲイン g^{\wedge} と復号正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q(\) [\{ 0, \dots, L-1 \}]$ が入力される。復号周波数成分計算部 1 0 8 は、復号正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q(\) [\{ 0, \dots, L-1 \}]$ の各成分と復号グローバルゲイン g^{\wedge} とをそれぞれ乗算して得られる系列を復号周波数領域信号系列 $X^{\wedge}(\) [\{ 0, \dots, L-1 \}]$ として出力する。

【 0 0 1 3 】

< 時間領域変換部 1 0 9 >

時間領域変換部 1 0 9 には、復号周波数領域信号系列 $X^{\wedge}(\) [\{ 0, \dots, L-1 \}]$ が入力される。時間領域変換部 1 0 9 は、復号周波数領域信号系列 $X^{\wedge}(\) [\{ 0, \dots, L-1 \}]$ に対して周波数 - 時間変換を適用して、フレーム単位の出力時間領域信号系列 $z_F(t)$ を出力する。周波数 - 時間変換方法は、周波数領域変換部 1 0 1 で用いられた時間 - 周波数変換方法に対応する逆変換である。上述の例であれば、ここでの周波数 - 時間変換方法は、IMDCT(Inverse Modified Discrete Cosine Transform)またはIDCT(Inverse Discrete Cosine Transform)である。

【 先行技術文献 】

【 非特許文献 】

【 0 0 1 4 】

【 非特許文献 1 】 Guillaume Fuchs, Markus Multrus, Max Neuendorf and Ralf Geiger, "MDCT-BASED CODER FOR HIGHLY ADAPTIVE SPEECH AND AUDIO CODING," 17th European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2009), Glasgow, Scotland, August 24-28, 2009.

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 5 】

上述のような符号化方法では、グローバルゲインを調整して正規化済み信号系列の量子化の粗さを適宜制御し、このことによって正規化信号符号の符号量である消費ビット数が規定ビット数以下の最大値となるように制御を行っている。このため、規定ビット数より消費ビット数が小さい場合は、正規化済み信号系列のために事前に割り当てられたビット数を十分に生かした符号化処理を行えていないという問題がある。

【 0 0 1 6 】

このような状況に鑑みて、本発明は、正規化済み信号系列の量子化精度を少ない符号量の増加で改善する符号化技術とその復号技術を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

本発明の一態様による符号化方法は、複数の入力信号サンプルにより構成されるフレーム単位の入力信号系列を符号化する符号化技術であって、入力信号系列に含まれる各入力信号サンプルが正規化された信号による系列を符号化して得られる正規化信号符号と、正規化信号符号に対応する量子化正規化済み信号系列と、を得る正規化信号符号化処理と、入力信号系列に対応するゲインである量子化グローバルゲインと、量子化グローバルゲインに対応するグローバルゲイン符号と、を得るグローバルゲイン符号化処理と、量子化正規化済み信号系列をN個の範囲（Nは2以上の整数）に区分する区分処理と、区分された範囲ごとに量子化グローバルゲインをゲイン補正量で補正して得られる補正ゲインと量子化正規化済み信号系列の各サンプルの値とを乗算して得られる信号系列と入力信号系列との相関が最大又は誤差が最小となる、区分された範囲毎のゲイン補正量を特定するためのゲイン補正量符号を得るゲイン補正量符号化処理とを有し、

10

区分処理は、

量子化正規化済み信号系列の第nの範囲（nは1からN-1までの各整数）を、

(a)量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和と、量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和のN分のnと、が最も近づくように、

または、

(b)量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の絶対値和と、量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和のN分のnと、が最も近づくように、

20

または、

(c)量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までのサンプル数の合計が、量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和が量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和のN分のn以上となる最小のサンプル数になるように、

または、

(d)量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までのサンプル数の合計が、量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の絶対値和が量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和のN分のn以上となる最小のサンプル数になるように、

30

または、

(e)量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までのサンプル数の合計が、量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和が量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和のN分のn以下となる最大のサンプル数になるように、

または、

(f)量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までのサンプル数の合計が、量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の絶対値和が量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和のN分のn以下となる最大のサンプル数になるように、

40

求め、

量子化正規化済み信号系列のうちの第1の範囲から第N-1の範囲以外の範囲を、量子化正規化済み信号系列の第Nの範囲とする

ことで、量子化正規化済み信号系列をN個の範囲に区分する

ことにより行なわれる。

【 0 0 1 8 】

補正ゲインは、例えば、（1）量子化グローバルゲインとゲイン補正量とを加算した値、（2）量子化グローバルゲインと、量子化正規化済み信号系列のフレーム内の全てのサンプルの値の二乗和を量子化正規化済み信号系列の区分された範囲内の全てのサンプルの

50

値の二乗和で除算した値をゲイン補正量に乘算した値と、を加算した値、(3)量子化グローバルゲインと、量子化正規化済み信号系列のフレーム内のサンプルのエネルギーが所定値より大きいサンプルの個数を量子化正規化済み信号系列の区分された範囲内のサンプルのエネルギーが当該所定値より大きいサンプルの個数で除算した値をゲイン補正量に乘算した値と、を加算した値、のいずれかである。

【0019】

ゲイン補正量は、量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補が予め格納されたゲイン補正量コードブックに含まれる量子化幅乗算前ゲイン補正量と、量子化済みグローバルゲインに対応する量子化ステップ幅と、を乗算して得られる値としてもよい。

【0020】

本発明の一態様による復号方法は、フレーム単位の符号を復号して出力信号系列を得る復号技術であって、符号に含まれる正規化信号符号を復号して復号正規化済み信号系列を得る正規化信号復号処理と、復号正規化済み信号系列をN個の範囲(Nは2以上の整数)に区分する区分処理と、符号に含まれるゲイン補正量符号を復号して各範囲に対応するゲイン補正量を得るゲイン補正量復号処理と、符号に含まれるグローバルゲイン符号を復号して復号グローバルゲインを得るグローバルゲイン復号処理と、区分された範囲ごとに、復号グローバルゲインをゲイン補正量で補正して得られる補正ゲインと復号正規化済み信号系列の各サンプルの値とを乗算して得られる信号系列を出力信号系列とする復号信号系列生成処理とを有し、

区分処理は、

復号正規化済み信号系列の第nの範囲(nは1からN-1までの各整数)を、

(a)復号正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和と、復号正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和のN分のnと、が最も近づくように、

(b)復号正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の絶対値和と、復号正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和のN分のnと、が最も近づくように、

(c)復号正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までのサンプル数の合計が、復号正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和が復号正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和のN分のn以上となる最小のサンプル数になるように、

(d)復号正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までのサンプル数の合計が、復号正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の絶対値和が復号正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和のN分のn以上となる最小のサンプル数になるように、

(e)復号正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までのサンプル数の合計が、復号正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和が量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和のN分のn以下となる最大のサンプル数になるように、

(f)復号正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までのサンプル数の合計が、復号正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の絶対値和が復号正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和のN分のn以下となる最大のサンプル数になるように、

上記の(a)から(f)の何れかの予め定められた区分方法であって、上記復号方法に対応する符号化方法の区分ステップで行われた区分方法により求め、

復号正規化済み信号系列のうちの第1の範囲から第N-1の範囲以外の範囲を、復号正規化済み信号系列の第Nの範囲とする

ことで、復号正規化済み信号系列をN個の範囲に区分することにより行なわれる。

【0021】

10

20

30

40

50

補正ゲインは、例えば、(1)復号グローバルゲインとゲイン補正量とを加算した値、(2)復号グローバルゲインと、復号正規化済み信号系列のフレーム内の全てのサンプルの値の二乗和を復号正規化済み信号系列の区分された範囲内の全てのサンプルの値の二乗和で除算した値をゲイン補正量に乘算した値と、を加算した値、(3)復号グローバルゲインと、復号正規化済み信号系列のフレーム内のサンプルのエネルギーが所定値より大きいサンプルの個数を復号正規化済み信号系列の区分された範囲内のサンプルのエネルギーが当該所定値より大きいサンプルの個数で除算した値をゲイン補正量に乘算した値と、を加算した値、のいずれかである。

【0022】

ゲイン補正量は、量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補が予め格納されたゲイン補正量コードブックに含まれる量子化幅乗算前ゲイン補正量と、復号グローバルゲインに対応する量子化ステップ幅と、を乗算して得られる値としてもよい。

【発明の効果】

【0023】

符号を要することなく符号化側と復号側で同一の方法でフレームを複数の範囲に区分し、複数の範囲のそれぞれにおいて、フレームの帯域全体に適用される量子化グローバルゲインを補正することによって、少ない符号量の増加でゲインの量子化精度が向上し、ミュージカルノイズや量子化ノイズなどに起因する音質劣化を軽減できる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】従来技術に関わる符号化装置と復号装置の機能構成例を示すブロック図。

【図2】第1実施形態に係る符号化装置の機能構成例を示すブロック図。

【図3】第1実施形態に係る符号化処理の処理フローを示す図。

【図4】区分処理の第1例の具体例1の処理フローを示す図。

【図5】区分処理の第1例の具体例2の処理フローを示す図。

【図6】区分処理の第1例の一般化の処理フローを示す図。

【図7】区分処理の第3例の具体例1の処理フローを示す図。

【図8】区分処理の第3例の具体例2の処理フローを示す図。

【図9】区分処理の第3例の一般化の処理フローを示す図。

【図10】区分処理の第5例の具体例1の処理フローを示す図。

【図11】区分処理の第5例の具体例2の処理フローを示す図。

【図12】区分処理の第5例の一般化の処理フローを示す図。

【図13】第1実施形態に係る復号装置の機能構成例を示すブロック図。

【図14】第1実施形態に係る復号処理の処理フローを示す図。

【発明を実施するための形態】

【0025】

本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。同一構成要素ないし同一処理には同一符号を割り当てて重複説明を省略する場合がある。なお、各実施形態で扱う音響信号は音声や楽音などの音響、映像などの信号である。ここでは音響信号が時間領域信号であることを想定しているが、必要に応じて周知技術によって時間領域信号を周波数領域信号に変換することも、或いは周波数領域信号を時間領域信号に変換することもできる。従って、符号化処理の対象となる信号は、時間領域信号でも周波数領域信号でもよい(以下の説明では、説明を具体的にするため、周波数領域信号を扱う)。符号化処理の対象として入力される信号は複数のサンプルで構成される系列(サンプル系列)であり、符号化処理は通常、フレーム単位で実行されることから、処理対象の信号を入力信号系列と呼称することにする。

【0026】

例えば図1に示す技術を参考にすると、入力信号系列 $X(n)$ [$\{0, \dots, L-1\}$] に含まれる各成分、量子化グローバルゲイン g^a および量子化正規化済み信号系列 $X^a_Q(n)$ [$\{0, \dots, L-1\}$] に含まれる各成分の関係は式(1)で表すことができる。こ

10

20

30

40

50

で、 e_g はグローバルゲイン g と量子化グローバルゲイン \hat{g} との量子化誤差を、 e_{xQ} は正規化入力信号系列 $X_Q(\omega)$ [$\omega \in \{0, \dots, L-1\}$] と量子化正規化済み信号系列 $\hat{X}_Q(\omega)$ [$\omega \in \{0, \dots, L-1\}$] に含まれる対応する成分同士 (同じ ω の値の成分同士) の量子化誤差を表している。

【数 1】

$$X(\omega) = \{\hat{g} + e_g\} \{\hat{X}_Q(\omega) + e_{xQ}\} \quad (1)$$

【0027】

通常の量子化では、量子化正規化済み信号系列 $\hat{X}_Q(\omega)$ [$\omega \in \{0, \dots, L-1\}$] に対応する符号である正規化信号符号に消費される消費ビット数は入力信号系列に依存し、正規化信号符号用に予め定められた規定ビット数の一部が未使用のビットとして残る場合が多い。そこで、この余った一つまたは複数のビット (以下、余剰ビットという) を量子化誤差 e_g と e_{xQ} の低減に利用する。さらに言えば、余剰ビットに限らず、量子化誤差の低減のために事前に用意された一つまたは複数のビットを利用してもよい。以下で説明する実施形態では、余剰ビットまたは事前に用意された一つまたは複数のビットのうち一部または全部を量子化誤差 e_g の低減に利用することを説明する。例えば、余剰ビットまたは事前に用意された一つまたは複数のビットのうち、量子化誤差 e_{xQ} の低減に使われなかった残りのビットを量子化誤差 e_g の低減に利用することができる。もちろん、量子化誤差 e_g の低減のためだけに利用される一つまたは複数のビットを事前に用意しておいてもよい。以下、量子化誤差 e_g の低減に利用可能なビットを「ゲイン修正ビット」と呼称する。ゲイン修正ビットのビット数を U とする。

【0028】

「量子化誤差 e_g を低減する」ことは、換言すると、「量子化グローバルゲインを補正する」ことに他ならない。量子化グローバルゲインの補正に関して、一つのフレームに関する離散周波数のインデックス $\omega \in \{0, 1, 2, \dots, L-1\}$ の全体、つまり系列全体、に共通の量子化グローバルゲインを補正する方法が考えられる。しかし、音響信号の特性を考慮すると、系列全体に共通の量子化グローバルゲインを補正するよりも、系列全体 B を N 個 (ただし、 N は 2 以上の予め定められた整数である) の範囲 $\{B_n\}_{n=1}^N = \{B_1, \dots, B_n, \dots, B_N\}$ に区分した後、各範囲に対応するゲインを、量子化グローバルゲインを補正することによって求める方が、音声品質の向上を期待できる。このような観点から、実施形態における適応量子化では、量子化正規化済み信号系列 $\hat{X}_Q(\omega)$ [$\omega \in \{0, \dots, L-1\}$] の系列全体が複数の範囲に区分される。

【0029】

符号化装置と復号装置とで同じ信号系列 B を N 個の範囲に区分するために容易に考えられる方法は、隣接する範囲の境界位置や各範囲に含まれる成分数のような範囲を特定する情報を符号化装置の出力とする方法である。しかし、範囲を特定する情報を出力するためには大量のビット数が必要となる。範囲を特定する情報を符号化装置の出力とすることなく、すなわち、ビットを消費することなく、符号化装置と復号装置とで同じ基準で区分を行なう。また、各範囲に対してなるべく均等にゲイン修正ビット、すなわち、量子化グローバルゲインを修正するための情報量、を与えることを想定し、各範囲に含まれる量子化正規化済み信号系列の成分の情報量なるべく均等となることが望ましい。そこで、系列区分の基準として「各範囲のエネルギーなるべく等しくなるように区分する基準」を採用する。この基準による具体的な区分方法については、後に詳述する。

【0030】

実施形態の詳細を以下に説明する。

【0031】

《第 1 実施形態》

第 1 実施形態の符号化装置 1 (図 2 参照) は、正規化信号符号化部 120、グローバルゲイン符号化部 105、ゲイン補正量符号化部 140、区分部 150 を含む。図 1 に示す符号化装置 1 では、区分部 150 はゲイン補正量符号化部 140 の構成要素として図示さ

10

20

30

40

50

れているが、後述の説明から容易に推測されるように、区分部 150 がゲイン補正量符号化部 140 と異なる構成要素であってもよい。符号化装置 1 は、必要に応じて、周波数領域変換部 101 と合成部 160 を含んでもよい。

【0032】

まず、符号化装置 1 (encoder) が行う符号化処理を説明する (図 3 参照)。

【0033】

ここでは、符号化装置 1 の入力信号系列は、フレーム単位の音響信号 $x(t)$ に対応する L 点 (L は、正整数で例えば 256 である) の周波数成分である入力信号系列 $X(\)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{max}\}$] であるとして説明する。ここで、 t は離散時間のインデックス、 L_{min} は離散周波数のインデックス、 L_{max} は L 点の周波数成分のうちの最大の離散周波数のインデックス、を表す。ただし、フレーム単位の音響信号 $x(t)$ そのものを符号化装置 1 の入力信号系列としてもよいし、フレーム単位の音響信号 $x(t)$ に対して線形予測分析をした残差信号を符号化装置 1 の入力信号系列としてもよいし、その残差信号に対応する L 点 (L は、正整数で例えば 256 である) の周波数成分を入力信号系列としてもよい。

【0034】

< 周波数領域変換部 101 >

符号化装置 1 は、符号化装置 1 の前処理部として、または符号化装置 1 内に、周波数領域変換部 101 を備えてもよい。この場合は、周波数領域変換部 101 がフレーム単位の時間領域の音響信号 $x(t)$ に対応する L 点 (L は、正整数で例えば 256 である) の周波数成分を生成して入力信号系列 $X(\)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{max}\}$] として出力する。時間 - 周波数変換方法として、例えば MDCT (Modified Discrete Cosine Transform) や DCT (Discrete Cosine Transform) を用いることができる。この場合も、フレーム単位の時間領域の音響信号に代えて、フレーム単位の時間領域の音響信号を線形予測分析して得られる残差信号を $x(t)$ としてもよい。

【0035】

< 正規化信号符号化部 120 >

正規化信号符号化部 120 は、フレーム単位の入力信号系列 $X(\)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{max}\}$] の各成分が正規化された信号による系列を符号化して得られる正規化信号符号と、この正規化信号符号に対応する量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{max}\}$] を出力する (ステップ S1e)。

【0036】

正規化信号符号化部 120 は、例えば、図 1 の正規化部 102、量子化部 103、ゲイン制御部 104 により実現される。正規化部 102、量子化部 103、ゲイン制御部 104 のそれぞれは、[背景技術] 欄で説明した通りに動作する。

【0037】

< グローバルゲイン符号化部 105 >

グローバルゲイン符号化部 105 が、入力信号系列 $X(\)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{max}\}$] に対応するゲインである量子化グローバルゲイン g^Q と、量子化グローバルゲイン g^Q に対応するグローバルゲイン符号とを得る (ステップ S2e)。また、グローバルゲイン符号化部 105 は、必要に応じて量子化グローバルゲイン g^Q に対応する量子化ステップ幅も得る。

【0038】

グローバルゲイン符号化部 105 は、例えば、[背景技術] 欄で説明した通りに動作する。

【0039】

また、例えば、グローバルゲイン符号化部 105 は、量子化グローバルゲインの候補とその候補に対応するグローバルゲイン符号の組を複数組格納したテーブルを備え、正規化信号符号化部 120 で得られたグローバルゲイン g と最も近い量子化グローバルゲインの候補を量子化グローバルゲイン g^Q とし、その候補に対応するグローバルゲイン符号を出

10

20

30

40

50

力してもよい。

【0040】

要は、グローバルゲイン符号化部105は、量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\) [\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ の各成分とゲインとを乗算して得られる信号系列と入力信号系列 $X(\) [\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ との相関が最大または誤差が最小となるような基準で求められた量子化グローバルゲイン $g^$ とこの量子化グローバルゲインに対応するグローバルゲイン符号を求めて出力すればよい。

【0041】

なお、ゲイン補正量符号化部140が量子化グローバルゲイン $g^$ に対応する量子化ステップ幅を用いた処理を行う場合は、量子化グローバルゲイン $g^$ に対応する量子化ステップ幅もゲイン補正量符号化部140に対して出力される。

10

【0042】

<区分部150>

区分部150が、量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\) [\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ を、「各範囲のエネルギーがなるべく等しくなるように区分する基準」で、N個の範囲（ただし、Nは2以上の予め定められた整数である）に区分する（ステップS3e）。既述の説明と整合させると、量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\) [\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ の離散周波数インデックスの集合を $\{L_{min}, \dots, L_{max}\}$ として、量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\) [\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ が系列全体Bに相当し、区分部150は、量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\) [\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ を、「各範囲のエネルギーがなるべく等しくなるように区分する基準」で、N個の範囲 $\{B_n\}_{n=1}^N = \{B_1, \dots, B_n, \dots, B_N\}$ に区分する。この「各範囲のエネルギーがなるべく等しくなるように区分する基準」で区分する区分処理の詳細は後述する。この区分処理で得られるN個の範囲への区分に関する情報（以下、区分情報という）は区分部150から出力されゲイン補正量符号化部140に提供される。

20

【0043】

<ゲイン補正量符号化部140>

ゲイン補正量符号化部140には、入力信号系列 $X(\) [\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ と、量子化グローバルゲイン $g^$ と、量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\) [\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ と区分情報が入力される。ゲイン補正量符号化部140は、図示しない記憶部に記憶されているゲイン補正量コードブックを用いて、量子化グローバルゲインをゲイン補正量で区分された範囲ごとに補正して得られる補正ゲインと量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\) [\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ の各サンプルの値とを乗算して得られる信号系列と入力信号系列 $X(\) [\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ との相関が最大または誤差が最小となる、区分された範囲毎のゲイン補正量を特定するための符号であるゲイン補正量符号を出力する（ステップS4e）。

30

【0044】

さらに、必要に応じて、合成部160が、正規化信号符号と、ゲイン補正量符号と、グローバルゲイン符号をまとめたビットストリームを出力する。ビットストリームは復号装置2へ伝送される。

40

【0045】

<区分部150が行なう区分処理の詳細>

「各範囲のエネルギーがなるべく等しくなるように区分する基準」での区分処理は、例えば、量子化正規化済み信号系列の第nの範囲（nは1からN-1までの各整数）を、(a)量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和と、量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和のN分のnと、が最も近付くように、

または、

(b)量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の絶対値和と、量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和のN分

50

の n と、が最も近づくように、
または、

(c) 量子化正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までのサンプル数の合計が、量子化正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和が量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和の N 分の n 以上となる最小のサンプル数になるように、

または、

(d) 量子化正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までのサンプル数の合計が、量子化正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までに含まれる全てのサンプルの値の絶対値和が量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和の N 分の n 以上となる最小のサンプル数になるように、

10

または、

(e) 量子化正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までのサンプル数の合計が、量子化正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和が量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和の N 分の n 以下となる最大のサンプル数になるように、

または、

(f) 量子化正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までのサンプル数の合計が、量子化正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までに含まれる全てのサンプルの値の絶対値和が量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和の N 分の n 以下となる最大のサンプル数になるように、

20

求め、

量子化正規化済み信号系列のうちの第 1 の範囲から第 $N - 1$ の範囲以外の範囲を、量子化正規化済み信号系列の第 N の範囲とすることで、量子化正規化済み信号系列を N 個の範囲に区分することにより行なわれる。

【 0 0 4 6 】

上記に例示した区分処理は、「各範囲のエネルギーがなるべく等しくなるように区分する基準」による区分を、第 1 の範囲から順に逐次的に決定していく方法によって実現するものである。上記に例示した区分処理によれば、少ない演算処理量で「各範囲のエネルギーがなるべく等しくなるように区分する基準」による区分を実現できる。

30

【 0 0 4 7 】

[区分処理の第 1 例]

区分処理の第 1 例を図 4 と図 5 と図 6 を用いて説明する。第 1 例の区分処理は上記の (a) に対応する。第 1 例の区分処理は、量子化正規化済み信号系列の第 n の範囲 (n は 1 から $N - 1$ までの各整数) を、量子化正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和と、量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和の N 分の n と、が最も近づくように求め、量子化正規化済み信号系列のうちの第 1 の範囲から第 $N - 1$ の範囲以外の範囲を、量子化正規化済み信号系列の第 N の範囲とすることで、量子化正規化済み信号系列を N 個の範囲に区分する処理である。

【 0 0 4 8 】

40

[[区分処理の第 1 例の具体例 1 : 2 つの範囲に区分する例]]

図 4 は、2 つの範囲に区分する例、すなわち、 $N = 2$ の場合の例である。区分対象の量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\) [\{ L_{min}, \dots, L_{max} \}]$ を $X^Q(\) [\{ L_{min}, \dots, L_{mid-1} \}]$ と $X^Q(\) [\{ L_{mid}, \dots, L_{max} \}]$ の 2 つの範囲に区分する例、具体的には、第 1 の範囲である低域と第 2 の範囲である高域との境界を表す情報として第 2 の範囲の最も低域側にあるサンプル番号である L_{mid} を決定する場合の例である。

【 0 0 4 9 】

まず、量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\) [\{ L_{min}, \dots, L_{max} \}]$ の全サンプル $X^Q(L_{min}), \dots, X^Q(L_{max})$ の二乗和 pow を求める。二乗和 pow は、式 (2) によって求まる。

【数 2】

$$\text{pow} = \sum_{\omega=L_{\min}}^{L_{\max}} |\hat{X}_Q(\omega)|^2 \quad (2)$$

【0050】

次に、式(2)により求めた量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{\min}, \dots, L_{\max} \}]$ の全サンプル $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{\max})$ の二乗和の2分の1と、量子化正規化済み信号系列の第1の範囲に含まれる全てのサンプル $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{\text{mid}}-1)$ の値の二乗和との差が最小となるように、第2の範囲の最も低域側にあるサンプル番号である L_{mid} を求める。すなわち、 L_{mid} は式(3)によって求まる。これにより第1の範囲が $X^{\wedge}_Q [\{ L_{\min}, \dots, L_{\text{mid}}-1 \}]$ と決定する。 10

【数 3】

$$L_{\text{mid}} = \arg \min_{i \in \{L_{\min}, \dots, L_{\max}\}} \left(\frac{\text{pow}}{2} - \sum_{\omega=L_{\min}}^i |\hat{X}_Q(\omega)|^2 \right) + 1 \quad (3)$$

【0051】

そして、量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{\min}, \dots, L_{\max} \}]$ の第1の範囲以外の範囲、すなわち、 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{\text{mid}}, \dots, L_{\max} \}]$ を第2の範囲とする。 20

【0052】

以上により、量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{\min}, \dots, L_{\max} \}]$ は2つの範囲に区分される。

【0053】

区分部150が出力する区分情報は、 L_{mid} であってもよいし、 L_{mid} に予め定めた値を演算した値であってもよいし、第1の範囲のサンプル数 $L_{\text{mid}} - L_{\min}$ であってもよいし、第2の範囲のサンプル数 $L_{\max} - L_{\text{mid}} + 1$ であってもよいし、要は、第1の範囲と第2の範囲とを特定できる情報であれば何でもよい。 30

【0054】

[[区分処理の第1例の具体例2：4個の範囲に区分する例]]

図5は、区分対象の量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q() [\{ L_{\min}, \dots, L_{\max} \}]$ を4個の範囲に区分する例、具体的には、第1の範囲と第2の範囲との境界を表す情報として第2の範囲の最も低域側にあるサンプル番号である $L_{(1)}$ を決定し、第2の範囲と第3の範囲との境界を表す情報として第3の範囲の最も低域側にあるサンプル番号である $L_{(2)}$ を決定し、第3の範囲と第4の範囲との境界を表す情報として第4の範囲の最も低域側にあるサンプル番号である $L_{(3)}$ を決定する例である。

【0055】

まず、量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q() [\{ L_{\min}, \dots, L_{\max} \}]$ の全サンプル $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{\max})$ の二乗和 pow を求める。二乗和 pow は、式(2)によって求まる。 40

【0056】

次に、式(2)により求めた量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{\min}, \dots, L_{\max} \}]$ の全サンプル $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{\max})$ の二乗和の4分の1と、量子化正規化済み信号系列の第1の範囲に含まれる全てのサンプル $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{(1)}-1)$ の値の二乗和との差が最小となるように求めた $L_{(1)}$ を第2の範囲の最も低域側にあるサンプル番号とする。これにより、 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{\min}, \dots, L_{(1)}-1 \}]$ が第1の範囲として定まる。

【0057】

また、式(2)により求めた量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{\min}, \dots, L_{\max} \}]$ の全サンプル $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{\max})$ の二乗和の4分の2(すなわち、2分の1)と、量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第2の範囲に含まれる全てのサンプル X^{\wedge}_Q 50

$(L_{min}), \dots, X^Q(L_{(2)}-1)$ の値の二乗和との差が最小となるように求めた $L_{(2)}$ を第3の範囲の最も低域側にあるサンプル番号とする。これにより、 $X^Q[\{L_{(1)}, \dots, L_{(2)}-1\}]$ が第2の範囲として定まる。

【0058】

また、式(2)により求めた量子化正規化済み信号系列 $X^Q[\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ の全サンプル $X^Q(L_{min}), \dots, X^Q(L_{max})$ の二乗和の4分の3と、量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第3の範囲に含まれる全てのサンプル $X^Q(L_{min}), \dots, X^Q(L_{(3)}-1)$ の値の二乗和との差が最小となるように求めた $L_{(3)}$ を第4の範囲の最も低域側にあるサンプル番号とする。これにより、 $X^Q[\{L_{(2)}, \dots, L_{(3)}-1\}]$ が第3の範囲として定まる。

10

【0059】

そして、量子化正規化済み信号系列 $X^Q[\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ の第1の範囲から第3の範囲以外の範囲、すなわち、 $X^Q[\{L_{(3)}, \dots, L_{max}\}]$ を第4の範囲とする。

【0060】

以上により、量子化正規化済み信号系列 $X^Q[\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ は4個の範囲に区分される。

【0061】

区分部150が出力する区分情報は、 $L_{(1)}$ と $L_{(2)}$ と $L_{(3)}$ であってもよいし、 $L_{(1)}$ と $L_{(2)}$ と $L_{(3)}$ のそれぞれに予め定めた値を演算した値であってもよいし、各範囲のサンプル数であってもよいし、要は、4個の範囲の全てを特定できる情報であれば何でもよい。

20

【0062】

[[区分処理の第1例の一般化：N個の範囲に区分する例]]

図6は、区分対象の量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\)[\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ をN個の範囲に区分する例、具体的には、第nの範囲と第n+1の範囲との境界を表す情報として第n+1の範囲の最も低域側にあるサンプル番号である $L_{(n)}$ を決定する例である。以下では、 L_{min} を $L_{(0)}$ として説明する。

【0063】

まず、量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\)[\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ の全サンプル $X^Q(L_{min}), \dots, X^Q(L_{max})$ の二乗和powを求める。二乗和powは、式(2)によって求まる。

30

【0064】

次に、 $n = 1$ から $N - 1$ のそれぞれのnについて、式(2)により求めた量子化正規化済み信号系列 $X^Q[\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ の全サンプル $X^Q(L_{min}), \dots, X^Q(L_{max})$ の二乗和のN分のnと、量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲に含まれる全てのサンプル $X^Q(L_{min}), \dots, X^Q(L_{(n)}-1)$ の値の二乗和との差が最小となるように求めた $L_{(n)}$ を第n+1の範囲の最も低域側にあるサンプル番号とする。これにより、 $X^Q[\{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-1\}]$ が第nの範囲として定まる。

【0065】

そして、量子化正規化済み信号系列 $X^Q[\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ の第1の範囲から第N-1の範囲以外の範囲、すなわち、 $X^Q[\{L_{(N-1)}, \dots, L_{max}\}]$ を第Nの範囲とする。

40

【0066】

以上により、量子化正規化済み信号系列 $X^Q[\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ はN個の範囲に区分される。

【0067】

区分部150が出力する区分情報は、 $L_{(n)}$ (nは1からN-1までの各整数)であってもよいし、 $L_{(n)}$ (nは1からN-1までの各整数)に予め定めた値を演算した値であってもよいし、各範囲のサンプル数であってもよいし、要は、N個の範囲の全てを特定できる情報であれば何でもよい。

【0068】

50

[区分処理の第2例]

区分処理の第2例は上記の(b)に対応する。第2例の区分処理は、第1例の区分処理における「二乗和」を「絶対値和」に置き換えた以外は、第1例の区分処理と同じ方法である。第2例の区分処理によれば、第1例の区分処理で行なう二乗計算を省略できる分、第1例の区分処理よりも少ない演算処理量で区分処理を行なうことが可能となる。

【 0069 】

[区分処理の第3例]

区分処理の第3例を図7と図8と図9を用いて説明する。第3例の区分処理は上記の(c)に対応する。第3例の区分処理は、量子化正規化済み信号系列の第nの範囲(nは1からN-1までの各整数)を、量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までのサンプル数の合計が、量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和が量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和のN分のn以上となる最小のサンプル数になるように求め、量子化正規化済み信号系列のうちの第1の範囲から第N-1の範囲以外の範囲を、量子化正規化済み信号系列の第Nの範囲とすることで、量子化正規化済み信号系列をN個の範囲に区分する処理である。

【 0070 】

[[区分処理の第3例の具体例1：2つの範囲に区分する例]]

図7は、2つの範囲に区分する例、すなわち、 $N = 2$ の場合の例である。区分対象の量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\cdot)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{max}\}$] を $X^Q(\cdot)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{mid}-1\}$] と $X^Q(\cdot)$ [$\{L_{mid}, \dots, L_{max}\}$] の2つの範囲に区分する例、具体的には、第1の範囲である低域と第2の範囲である高域との境界を表す情報として第2の範囲の最も低域側にあるサンプル番号である L_{mid} を決定する場合の例である。

【 0071 】

まず、量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\cdot)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{max}\}$] の全サンプル $X^Q(L_{min}), \dots, X^Q(L_{max})$ の二乗和 pow を求める。二乗和 pow は、式(2)によって求まる。

【 0072 】

次に、離散周波数のインデックス k の番号を L_{min} から順に増やしながらか量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\cdot)$ の L_{min} から当該インデックスまでの二乗和 p_{low} が $p_{low} \geq pow/2$ を満たすか否かを判定し、初めて $p_{low} \geq pow/2$ を満たす場合の離散周波数のインデックス k を第1の範囲とし、当該インデックス k に1を加算したものを第2の範囲の最も低域側にあるサンプル番号であるインデックス L_{mid} として出力する。これにより第1の範囲が $X^Q(\cdot)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{mid}-1\}$] と決定する。

【 0073 】

図7は、上記の処理を実現するためのフローチャートである。離散周波数のインデックス k の初期値を L_{min} 、低域のエネルギー p_{low} の初期値を $|X^Q(L_{min})|^2$ に設定する。そして、 $p_{low} \geq pow/2$ を満たすか否かを判定する。 $p_{low} < pow/2$ を満たさない場合には、離散周波数のインデックス k に1を加えたものを新たな k とし、 p_{low} に $X^Q(\cdot)$ のエネルギー $|X^Q(\cdot)|^2$ を加算したものを新たな p_{low} とする。 $p_{low} \geq pow/2$ を満たす場合には、その時点での離散周波数のインデックス k に1を加えたものをインデックス L_{mid} として出力する。

【 0074 】

そして、量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\cdot)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{max}\}$] の第1の範囲以外の範囲、すなわち、 $X^Q(\cdot)$ [$\{L_{mid}, \dots, L_{max}\}$] を第2の範囲とする。

【 0075 】

以上により、量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\cdot)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{max}\}$] は2つの範囲に区分される。

【 0076 】

区分部150が出力する区分情報は、 L_{mid} であってもよいし、 L_{mid} に予め定めた値を演算した値であってもよいし、第1の範囲のサンプル数 $L_{mid} - L_{min}$ であってもよいし、第2

10

20

30

40

50

の範囲のサンプル数 $L_{\max} - L_{\text{mid}} + 1$ であってもよいし、要は、第1の範囲と第2の範囲とを特定できる情報であれば何でもよい。

【0077】

[[区分処理の第3例の具体例2：4個の範囲に区分する例]]

図8は、区分対象の量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q(\) [\{L_{\min}, \dots, L_{\max}\}]$ を4個の範囲に区分する例、具体的には、第1の範囲と第2の範囲との境界を表す情報として第2の範囲の最も低域側にあるサンプル番号である $L_{(1)}$ を決定し、第2の範囲と第3の範囲との境界を表す情報として第3の範囲の最も低域側にあるサンプル番号である $L_{(2)}$ を決定し、第3の範囲と第4の範囲との境界を表す情報として第4の範囲の最も低域側にあるサンプル番号である $L_{(3)}$ を決定する例である。

10

【0078】

まず、量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q(\) [\{L_{\min}, \dots, L_{\max}\}]$ の全サンプル $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{\max})$ の二乗和 pow を求める。二乗和 pow は、式(2)によって求まる。

【0079】

次に、量子化正規化済み信号系列の第1の範囲に含まれる全てのサンプル $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{(1)}-1)$ の値の二乗和が、式(2)により求めた量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q [\{L_{\min}, \dots, L_{\max}\}]$ の全サンプル $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{\max})$ の二乗和の4分の1以上であり、かつ、量子化正規化済み信号系列の第1の範囲に含まれる全てのサンプルから第1の範囲の最も高域側にある1つのサンプルを除いた信号系列 $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{(1)}-2)$ の値の二乗和が、式(2)により求めた量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q [\{L_{\min}, \dots, L_{\max}\}]$ の全サンプル $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{\max})$ の二乗和の4分の1より小さい、 $L_{(1)}$ を第2の範囲の最も低域側にあるサンプル番号として求める。これにより、 $X^{\wedge}_Q [\{L_{\min}, \dots, L_{(1)}-1\}]$ が第1の範囲として定まる。

20

【0080】

また、量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第2の範囲に含まれる全てのサンプル $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{(2)}-1)$ の値の二乗和が、式(2)により求めた量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q [\{L_{\min}, \dots, L_{\max}\}]$ の全サンプル $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{\max})$ の二乗和の4分の2(すなわち、2分の1)以上であり、かつ、量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第2の範囲に含まれる全てのサンプルから第2の範囲の最も高域側にある1つのサンプルを除いた信号系列 $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{(2)}-2)$ の値の二乗和が、式(2)により求めた量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q [\{L_{\min}, \dots, L_{\max}\}]$ の全サンプル $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{\max})$ の二乗和の4分の2(すなわち、2分の1)より小さい、 $L_{(2)}$ を第3の範囲の最も低域側にあるサンプル番号として求める。これにより、 $X^{\wedge}_Q [\{L_{(1)}, \dots, L_{(2)}-1\}]$ が第2の範囲として定まる。

30

【0081】

また、量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第3の範囲に含まれる全てのサンプル $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{(3)}-1)$ の値の二乗和が、式(2)により求めた量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q [\{L_{\min}, \dots, L_{\max}\}]$ の全サンプル $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{\max})$ の二乗和の4分の3以上であり、かつ、量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第3の範囲に含まれる全てのサンプルから第3の範囲の最も高域側にある1つのサンプルを除いた信号系列 $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{(3)}-2)$ の値の二乗和が、式(2)により求めた量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q [\{L_{\min}, \dots, L_{\max}\}]$ の全サンプル $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{\max})$ の二乗和の4分の3より小さい、 $L_{(3)}$ を第4の範囲の最も低域側にあるサンプル番号として求める。これにより、 $X^{\wedge}_Q [\{L_{(2)}, \dots, L_{(3)}-1\}]$ が第3の範囲として定まる。

40

【0082】

これら処理は、具体的には例えば、以下により実現できる。

【0083】

まず、式(2)によってエネルギー pow を求める。

【0084】

次に、 i を L_{\min} から順に1ずつ増やしながらか式(4)の条件を満たすか否かを判断して

50

いき、式(4)の条件を満たす*i*に1を加算したものを $L_{(1)}$ として求める。これにより、 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{\min}, \dots, L_{(1)}-1 \}]$ が第1の範囲として定まる。

【数4】

$$\sum_{\omega=L_{\min}}^{i-1} |\hat{X}_Q(\omega)|^2 < \frac{1}{4} \text{pow} \quad \wedge \quad \sum_{\omega=L_{\min}}^i |\hat{X}_Q(\omega)|^2 \geq \frac{1}{4} \text{pow} \quad (4)$$

【0085】

さらに、*i*を $L_{(1)}$ から順に1ずつ増やしながらか式(5)の条件を満たすか否かを判断していき、式(5)の条件を満たす*i*に1を加算したものを $L_{(2)}$ として求める。これにより、 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{(1)}, \dots, L_{(2)}-1 \}]$ が第2の範囲として定まる。

10

【数5】

$$\sum_{\omega=L_{\min}}^{i-1} |\hat{X}_Q(\omega)|^2 < \frac{1}{2} \text{pow} \quad \wedge \quad \sum_{\omega=L_{\min}}^i |\hat{X}_Q(\omega)|^2 \geq \frac{1}{2} \text{pow} \quad (5)$$

【0086】

さらに、*i*を $L_{(2)}$ から順に1ずつ増やしながらか式(6)の条件を満たすか否かを判断していき、式(6)の条件を満たす*i*に1を加算したものを $L_{(3)}$ として求める。これにより、 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{(2)}, \dots, L_{(3)}-1 \}]$ が第3の範囲として定まる。

20

【数6】

$$\sum_{\omega=L_{\min}}^{i-1} |\hat{X}_Q(\omega)|^2 < \frac{3}{4} \text{pow} \quad \wedge \quad \sum_{\omega=L_{\min}}^i |\hat{X}_Q(\omega)|^2 \geq \frac{3}{4} \text{pow} \quad (6)$$

【0087】

そして、量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{\min}, \dots, L_{\max} \}]$ の第1の範囲から第3の範囲以外の範囲、すなわち、 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{(3)}, \dots, L_{\max} \}]$ を第4の範囲とする。

【0088】

以上により、量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{\min}, \dots, L_{\max} \}]$ は4個の範囲に区分される。

30

【0089】

区分部150が出力する区分情報は、 $L_{(1)}$ と $L_{(2)}$ と $L_{(3)}$ であってもよいし、 $L_{(1)}$ と $L_{(2)}$ と $L_{(3)}$ のそれぞれに予め定めた値を演算した値であってもよいし、各範囲のサンプル数であってもよいし、要は、4個の範囲の全てを特定できる情報であれば何でもよい。

【0090】

[[区分処理の第3例の一般化：N個の範囲に区分する例]]

図9は、区分対象の量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q() [\{ L_{\min}, \dots, L_{\max} \}]$ をN個の範囲に区分する例、具体的には、第*n*の範囲と第*n*+1の範囲との境界を表す情報として第*n*+1の範囲の最も低域側にあるサンプル番号である $L_{(n)}$ を決定する例である。

40

【0091】

まず、量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q() [\{ L_{\min}, \dots, L_{\max} \}]$ の全サンプル $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{\max})$ の二乗和powを求める。二乗和powは、式(2)によって求まる。

【0092】

次に、*n*=1から*N*-1のそれぞれの*n*について、量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第*n*の範囲に含まれる全てのサンプル $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{(n)}-1)$ の値の二乗和が、式(2)により求めた量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{\min}, \dots, L_{\max} \}]$ の全サンプル $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{\max})$ の二乗和の*N*分の*n*以上であり、かつ、量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第*n*の範囲に含まれる全てのサンプルから第*n*の範囲の

50

最も高域側にある1つのサンプルを除いた信号系列 $X^Q(L_{min}), \dots, X^Q(L_{(n)}-2)$ の値の二乗和が、式(2)により求めた量子化正規化済み信号系列 $X^Q[\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ の全サンプル $X^Q(L_{min}), \dots, X^Q(L_{max})$ の二乗和のN分のnより小さい、 $L_{(n)}$ を第n+1の範囲の最も低域側にあるサンプル番号として求める。これにより、 $X^Q[\{L_{min}, \dots, L_{(1)}-1\}]$ が第1の範囲、n=2からN-1のそれぞれのnについて、 $X^Q[\{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-1\}]$ が第nの範囲、として定まる。

【0093】

この処理は、具体的には例えば、以下により実現できる。まず、式(2)によってエネルギーpowを求める。次に、n=1について、iを L_{min} から順に1ずつ増やしながらか式(7)の条件を満たすか否かを判断していき、式(7)の条件を満たすiに1を加算したものを $L_{(1)}$ として求める。これにより、 $X^Q[\{L_{min}, \dots, L_{(1)}-1\}]$ が第1の範囲として定まる。

10

【数7】

$$\sum_{\omega=L_{min}}^{i-1} |\hat{X}_Q(\omega)|^2 < \frac{n}{N} \text{pow} \wedge \sum_{\omega=L_{min}}^i |\hat{X}_Q(\omega)|^2 \geq \frac{n}{N} \text{pow} \quad (7)$$

【0094】

さらに、n=2からN-1のそれぞれのnについて、iを $L_{(n-1)}$ から順に1ずつ増やしながらか式(7)の条件を満たすか否かを判断していき、式(7)の条件を満たすiに1を加算したものを $L_{(n)}$ として求める処理をnが小さい順に繰り返す。以上の処理により、n=2からN-1のそれぞれのnについて、 $X^Q[\{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-1\}]$ が第nの範囲として定まる。

20

【0095】

そして、量子化正規化済み信号系列 $X^Q[\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ の第1の範囲から第N-1の範囲以外の範囲、すなわち、 $X^Q[\{L_{(N-1)}, \dots, L_{max}\}]$ を第Nの範囲とする。

【0096】

以上により、量子化正規化済み信号系列 $X^Q[\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ はN個の範囲に区分される。

【0097】

区分部150が出力する区分情報は、 $L_{(n)}$ (nは1からN-1までの各整数)であってもよいし、 $L_{(n)}$ (nは1からN-1までの各整数)に予め定めた値を演算した値であってもよいし、各範囲のサンプル数であってもよいし、要は、N個の範囲の全てを特定できる情報であれば何でもよい。

30

【0098】

[区分処理の第4例]

区分処理の第4例は上記の(d)に対応する。第4例の区分処理は、第3例の区分処理における「二乗和」を「絶対値和」に置き換えた以外は、第3例の区分処理と同じ方法である。第4例の区分処理によれば、第3例の区分処理で行なう二乗計算を省略できる分、第3例の区分処理よりも少ない演算処理量で区分処理を行なうことが可能となる。

40

【0099】

[区分処理の第5例]

区分処理の第5例を図10と図11と図12を用いて説明する。第5例の区分処理は上記の(e)に対応する。第5例の区分処理は、量子化正規化済み信号系列の第nの範囲(nは1からN-1までの各整数)を、量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までのサンプル数の合計が、量子化正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和が量子化正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和のN分のn以下となる最大のサンプル数になるように求め、量子化正規化済み信号系列のうちの第1の範囲から第N-1の範囲以外の範囲を、量子化正規化済み信号系列の第Nの範囲とすることで、量子化正規化済み信号系列をN個の範囲に区分する処理

50

である。

【 0 1 0 0 】

[[区分処理の第5例の具体例1：2つの範囲に区分する例]]

図10は、2つの範囲に区分する例、すなわち、 $N = 2$ の場合の例である。区分対象の量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\cdot) [\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ を $X^Q(\cdot) [\{L_{min}, \dots, L_{mid}-1\}]$ と $X^Q(\cdot) [\{L_{mid}, \dots, L_{max}\}]$ の2つの範囲に区分する例、具体的には、第1の範囲である低域と第2の範囲である高域との境界を表す情報として第2の範囲の最も低域側にあるサンプル番号である L_{mid} を決定する場合の例である。

【 0 1 0 1 】

まず、量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\cdot) [\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ の全サンプル $X^Q(L_{min}), \dots, X^Q(L_{max})$ の二乗和 pow を求める。二乗和 pow は、式(2)によって求まる。 10

【 0 1 0 2 】

次に、離散周波数のインデックス n の番号を L_{min} から順に増やしながらか量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\cdot)$ の L_{min} から当該インデックスまでの二乗和 p_{low} が $p_{low} \leq pow/2$ を満たすか否かを判定し、初めて $p_{low} > pow/2$ を満たさなくなる場合の離散周波数のインデックス n から1を減算した離散周波数までを第1の範囲とし、当該インデックス n を第2の範囲の最も低域側にあるサンプル番号であるインデックス L_{mid} として出力する。これにより第1の範囲が $X^Q [\{L_{min}, \dots, L_{mid}-1\}]$ と決定する。

【 0 1 0 3 】

図10は、上記の処理を実現するためのフローチャートである。離散周波数のインデックス n の初期値を L_{min} 、低域のエネルギー p_{low} の初期値を $|X^Q(L_{min})|^2$ に設定する。そして、 $p_{low} \leq pow/2$ を満たすか否かを判定する。 $p_{low} > pow/2$ を満たす場合には、離散周波数のインデックス n に1を加えたものを新たな n とし、 p_{low} に $X^Q(\cdot)$ のエネルギー $|X^Q(\cdot)|^2$ を加算したものを新たな p_{low} とする。 $p_{low} \leq pow/2$ を満たさない場合には、その時点での離散周波数のインデックス n をインデックス L_{mid} として出力する。 20

【 0 1 0 4 】

そして、量子化正規化済み信号系列 $X^Q [\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ の第1の範囲以外の範囲、すなわち、 $X^Q [\{L_{mid}, \dots, L_{max}\}]$ を第2の範囲とする。

【 0 1 0 5 】

以上により、量子化正規化済み信号系列 $X^Q [\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ は2つの範囲に区分される。 30

【 0 1 0 6 】

区分部150が出力する区分情報は、 L_{mid} であってもよいし、 L_{mid} に予め定めた値を演算した値であってもよいし、第1の範囲のサンプル数 $L_{mid} - L_{min}$ であってもよいし、第2の範囲のサンプル数 $L_{max} - L_{mid} + 1$ であってもよいし、要は、第1の範囲と第2の範囲とを特定できる情報であれば何でもよい。

【 0 1 0 7 】

[[区分処理の第5例の具体例2：4個の範囲に区分する例]]

図11は、区分対象の量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\cdot) [\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ を4個の範囲に区分する例、具体的には、第1の範囲と第2の範囲との境界を表す情報として第2の範囲の最も低域側にあるサンプル番号である $L_{(1)}$ を決定し、第2の範囲と第3の範囲との境界を表す情報として第3の範囲の最も低域側にあるサンプル番号である $L_{(2)}$ を決定し、第3の範囲と第4の範囲との境界を表す情報として第4の範囲の最も低域側にあるサンプル番号である $L_{(3)}$ を決定する例である。 40

【 0 1 0 8 】

まず、量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\cdot) [\{L_{min}, \dots, L_{max}\}]$ の全サンプル $X^Q(L_{min}), \dots, X^Q(L_{max})$ の二乗和 pow を求める。二乗和 pow は、式(2)によって求まる。

【 0 1 0 9 】

次に、量子化正規化済み信号系列の第1の範囲に含まれる全てのサンプル $X^Q(L_{min}), \dots, X^Q(L_{(1)}-1)$ の値の二乗和が、式(2)により求めた量子化正規化済み信号系列 X^Q 50

[{L_{min}, ..., L_{max} }] の全サンプル X^Q(L_{min}), ..., X^Q(L_{max}) の二乗和の 4 分の 1 以下であり、かつ、量子化正規化済み信号系列の第 1 の範囲に含まれる全てのサンプルに第 2 の範囲の最も低域側にある 1 つのサンプルを加えた信号系列 X^Q(L_{min}), ..., X^Q(L₍₁₎) の値の二乗和が、式 (2) により求めた量子化正規化済み信号系列 X^Q [{L_{min}, ..., L_{max} }] の全サンプル X^Q(L_{min}), ..., X^Q(L_{max}) の二乗和の 4 分の 1 より大きい、L₍₁₎ を第 2 の範囲の最も低域側にあるサンプル番号として求める。これにより、X^Q [{L_{min}, ..., L₍₁₎-1 }] が第 1 の範囲として定まる。

【 0 1 1 0 】

また、量子化正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 2 の範囲に含まれる全てのサンプル X^Q(L_{min}), ..., X^Q(L₍₂₎-1) の値の二乗和が、式 (2) により求めた量子化正規化済み信号系列 X^Q [{L_{min}, ..., L_{max} }] の全サンプル X^Q(L_{min}), ..., X^Q(L_{max}) の二乗和の 4 分の 2 (すなわち、2 分の 1) 以下であり、かつ、量子化正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 2 の範囲に含まれる全てのサンプルに第 3 の範囲の最も低域側にある 1 つのサンプルを加えた信号系列 X^Q(L_{min}), ..., X^Q(L₍₂₎) の値の二乗和が、式 (2) により求めた量子化正規化済み信号系列 X^Q [{L_{min}, ..., L_{max} }] の全サンプル X^Q(L_{min}), ..., X^Q(L_{max}) の二乗和の 4 分の 2 (すなわち、2 分の 1) より大きい、L₍₂₎ を第 3 の範囲の最も低域側にあるサンプル番号として求める。これにより、X^Q [{L₍₁₎, ..., L₍₂₎-1 }] が第 2 の範囲として定まる。

【 0 1 1 1 】

また、量子化正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 3 の範囲に含まれる全てのサンプル X^Q(L_{min}), ..., X^Q(L₍₃₎-1) の値の二乗和が、式 (2) により求めた量子化正規化済み信号系列 X^Q [{L_{min}, ..., L_{max} }] の全サンプル X^Q(L_{min}), ..., X^Q(L_{max}) の二乗和の 4 分の 3 以下であり、かつ、量子化正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 3 の範囲に含まれる全てのサンプルに第 4 の範囲の最も低域側にある 1 つのサンプルを加えた信号系列 X^Q(L_{min}), ..., X^Q(L₍₃₎) の値の二乗和が、式 (2) により求めた量子化正規化済み信号系列 X^Q [{L_{min}, ..., L_{max} }] の全サンプル X^Q(L_{min}), ..., X^Q(L_{max}) の二乗和の 4 分の 3 より大きい、L₍₃₎ を第 4 の範囲の最も低域側にあるサンプル番号として求める。これにより、X^Q [{L₍₂₎, ..., L₍₃₎-1 }] が第 3 の範囲として定まる。

【 0 1 1 2 】

この処理は、具体的には例えば、以下により実現できる。

【 0 1 1 3 】

まず、式 (2) によってエネルギー pow を求める。

【 0 1 1 4 】

次に、i を L_{min} から順に 1 ずつ増やしながらか式 (8) の条件を満たすか否かを判断していき、式 (8) 下の条件を満たす i に 1 を加算したものを L₍₁₎ として求める。これにより、X^Q [{L_{min}, ..., L₍₁₎-1 }] が第 1 の範囲として定まる。

【 数 8 】

$$\sum_{\omega=L_{min}}^i |\hat{X}_Q(\omega)|^2 \leq \frac{1}{4} pow \wedge \sum_{\omega=L_{min}}^{i+1} |\hat{X}_Q(\omega)|^2 > \frac{1}{4} pow \quad (8)$$

【 0 1 1 5 】

さらに、i を L₍₁₎ から順に 1 ずつ増やしながらか式 (9) の条件を満たすか否かを判断していき、式 (9) 下の条件を満たす i に 1 を加算したものを L₍₂₎ として求める。これにより、X^Q [{L₍₁₎, ..., L₍₂₎-1 }] が第 2 の範囲として定まる。

【 数 9 】

$$\sum_{\omega=L_{min}}^i |\hat{X}_Q(\omega)|^2 \leq \frac{1}{2} pow \wedge \sum_{\omega=L_{min}}^{i+1} |\hat{X}_Q(\omega)|^2 > \frac{1}{2} pow \quad (9)$$

10

20

30

40

50

【 0 1 1 6 】

さらに、 i を $L_{(2)}$ から順に 1 ずつ増やしながらか式 (1 0) の条件を満たすか否かを判断していき、式 (1 0) の条件を満たす i に 1 を加算したものを $L_{(3)}$ として求める。これにより、 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{(2)}, \dots, L_{(3)} - 1 \}]$ が第 3 の範囲として定まる。

【 数 1 0 】

$$\sum_{\omega=L_{\min}}^i |\hat{X}_Q(\omega)|^2 \leq \frac{3}{4} \text{pow} \wedge \sum_{\omega=L_{\min}}^{i+1} |\hat{X}_Q(\omega)|^2 > \frac{3}{4} \text{pow} \quad (10)$$

【 0 1 1 7 】

そして、量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{\min}, \dots, L_{\max} \}]$ の第 1 の範囲から第 3 の範囲以外の範囲、すなわち、 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{(3)}, \dots, L_{\max} \}]$ を第 4 の範囲とする。

10

【 0 1 1 8 】

以上により、量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{\min}, \dots, L_{\max} \}]$ は 4 個の範囲に区分される。

【 0 1 1 9 】

区分部 1 5 0 が出力する区分情報は、 $L_{(1)}$ と $L_{(2)}$ と $L_{(3)}$ であってもよいし、 $L_{(1)}$ と $L_{(2)}$ と $L_{(3)}$ のそれぞれに予め定めた値を演算した値であってもよいし、各範囲のサンプル数であってもよいし、要は、4 個の範囲の全てを特定できる情報であれば何でもよい。

20

【 0 1 2 0 】

[[区分処理の第 5 例の一般化：N 個の範囲に区分する例]]

図 1 2 は、区分対象の量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q () [\{ L_{\min}, \dots, L_{\max} \}]$ を N 個の範囲に区分する例、具体的には、第 n の範囲と第 $n + 1$ の範囲との境界を表す情報として第 $n + 1$ の範囲の最も低域側にあるサンプル番号である $L_{(n)}$ を決定する例である。

【 0 1 2 1 】

まず、量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q () [\{ L_{\min}, \dots, L_{\max} \}]$ の全サンプル $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{\max})$ の二乗和 pow を求める。二乗和 pow は、式 (2) によって求まる。

【 0 1 2 2 】

次に、 $n = 1$ から $N - 1$ のそれぞれの n について、量子化正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲に含まれる全てのサンプル $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{(n)} - 1)$ の値の二乗和が、式 (2) により求めた量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{\min}, \dots, L_{\max} \}]$ の全サンプル $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{\max})$ の二乗和の N 分の n 以下であり、かつ、量子化正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲に含まれる全てのサンプルに第 $n + 1$ の範囲の最も低域側にある 1 つのサンプルを加えた信号系列 $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{(n)})$ の値の二乗和が、式 (2) により求めた量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{\min}, \dots, L_{\max} \}]$ の全サンプル $X^{\wedge}_Q(L_{\min}), \dots, X^{\wedge}_Q(L_{\max})$ の二乗和の N 分の n より大きい、 $L_{(n)}$ を第 $n + 1$ の範囲の最も低域側にあるサンプル番号として求める。これにより、 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{\min}, \dots, L_{(1)} - 1 \}]$ が第 1 の範囲、 $n = 2$ から $N - 1$ のそれぞれの n について、 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)} - 1 \}]$ が第 n の範囲、として定まる。

30

40

【 0 1 2 3 】

この処理は、具体的には例えば、以下により実現できる。まず、式 (2) によってエネルギー pow を求める。次に、 $n = 1$ について、 i を L_{\min} から順に 1 ずつ増やしながらか式 (1 1) の条件を満たすか否かを判断していき、式 (1 1) の条件を満たす i に 1 を加算したものを $L_{(1)}$ として求める。これにより、 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{\min}, \dots, L_{(1)} - 1 \}]$ が第 1 の範囲として定まる。

【数 1 1】

$$\sum_{\omega=L_{\min}}^i |\hat{X}_Q(\omega)|^2 \leq \frac{n}{N} \text{pow} \wedge \sum_{\omega=L_{\min}}^{i+1} |\hat{X}_Q(\omega)|^2 > \frac{n}{N} \text{pow} \quad (11)$$

【 0 1 2 4 】

さらに、 $n = 2$ から $N - 1$ のそれぞれの n について、 i を $L_{(n-1)}$ から順に 1 ずつ増やしながらか式 (1 1) の条件を満たすか否かを判断していき、式 (1 1) の条件を満たす i に 1 を加算したものを $L_{(n)}$ として求める処理を n が小さい順に繰り返す。以上の処理により、 $n = 2$ から $N - 1$ のそれぞれの n について、 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)} - 1 \}]$ が第 n の範囲として定まる。

10

【 0 1 2 5 】

そして、量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{\min}, \dots, L_{\max} \}]$ の第 1 の範囲から第 $N - 1$ の範囲以外の範囲、すなわち、 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{(N-1)}, \dots, L_{\max} \}]$ を第 N の範囲とする。

【 0 1 2 6 】

以上により、量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q [\{ L_{\min}, \dots, L_{\max} \}]$ は N 個の範囲に区分される。

【 0 1 2 7 】

区分部 1 5 0 が出力する区分情報は、 $L_{(n)}$ (n は 1 から $N - 1$ までの各整数) であってもよいし、 $L_{(n)}$ (n は 1 から $N - 1$ までの各整数) に予め定めた値を演算した値であってもよいし、各範囲のサンプル数であってもよいし、要は、 N 個の範囲の全てを特定できる情報であれば何でもよい。

20

【 0 1 2 8 】

[区分処理の第 6 例]

区分処理の第 6 例は上記の (f) に対応する。第 6 例の区分処理は、第 5 例の区分処理における「二乗和」を「絶対値和」に置き換えた以外は、第 5 例の区分処理と同じ方法である。第 6 例の区分処理によれば、第 5 例の区分処理で行なう二乗計算を省略できる分、第 5 例の区分処理よりも少ない演算処理量で区分処理を行なうことが可能となる。

【 0 1 2 9 】

< ゲイン補正量符号化部 1 4 0 が行なう処理の詳細 >

ゲイン補正量符号化部 1 4 0 は、図示しない記憶部に記憶されているゲイン補正量コードブックを用いて、区分された範囲ごとに量子化グローバルゲイン g^{\wedge} をゲイン補正量で補正して得られる補正ゲインと量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q () [\{ L_{\min}, \dots, L_{\max} \}]$ の各サンプルの値とを乗算して得られる信号系列と入力信号系列 $X () [\{ L_{\min}, \dots, L_{\max} \}]$ との相関が最大または誤差が最小となる、区分された範囲毎のゲイン補正量を特定する符号であるゲイン補正量符号を出力する。

30

【 0 1 3 0 】

[ゲイン補正量符号化処理の第 1 例]

ゲイン補正量符号化処理の第 1 例は、量子化グローバルゲイン g^{\wedge} とゲイン補正量とを加算したものを補正ゲインとする例である。

40

【 0 1 3 1 】

[[ゲイン補正量符号化処理の第 1 例の具体例 1 : 2 つの範囲に区分されている場合の例]]

量子化正規化済み信号系列が 2 つの範囲に区分されている場合について説明する。

【 0 1 3 2 】

図示しない記憶部には、第 1 の範囲のゲイン補正量の候補 $low(m)$ と第 2 の範囲のゲイン補正量の候補 $high(m)$ とこれらのゲイン補正量の候補を特定する符号 $idx(m)$ との組が M 個 (M は 2 以上の予め定められた整数) 格納されている。具体的には、 $low(1)$ と $high(1)$ と $idx(1)$ との組、 $low(2)$ と $high(2)$ と $idx(2)$ との組、 \dots 、 $low(M)$ と $high(M)$ と $idx(M)$ との組、がゲイン補正量コードブックとして記憶部に格納されている。

50

【 0 1 3 3 】

ゲイン補正量符号化部 1 4 0 は、まず、1 から M のそれぞれの m について、量子化グローバルゲイン g^{\wedge} と第 1 の範囲のゲイン補正量の候補 $\Delta_{low}(m)$ とを加算して得られる値と第 1 の範囲の量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q(\omega)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{mid}-1\}$] の各サンプルの値とを乗算して得られる信号系列と第 1 の範囲の入力信号系列 $X(\omega)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{mid}-1\}$] との対応するサンプル同士の値の差の二乗和と、量子化グローバルゲイン g^{\wedge} と第 2 の範囲のゲイン補正量の候補 $\Delta_{high}(m)$ とを加算して得られる値と第 2 の範囲の量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q(\omega)$ [$\{L_{mid}, \dots, L_{max}\}$] の各サンプルの値とを乗算して得られる信号系列と第 2 の範囲の入力信号系列 $X(\omega)$ [$\{L_{mid}, \dots, L_{max}\}$] との対応するサンプル同士の値の差の二乗和と、の加算値を求める。加算値は下記の式 (1 2) で求まる。

10

【数 1 2】

$$\sum_{\omega=L_{min}}^{L_{mid}-1} |X(\omega) - \{\hat{g} + \Delta_{low}(m)\} \hat{X}_Q(\omega)|^2 + \sum_{\omega=L_{mid}}^{L_{max}} |X(\omega) - \{\hat{g} + \Delta_{high}(m)\} \hat{X}_Q(\omega)|^2 \quad (12)$$

【 0 1 3 4 】

次に、この加算値が最小となる m に対応する符号 $idx(m)$ をゲイン補正量符号 idx として出力する。すなわち、ゲイン補正量符号 idx は式 (1 3) により求まる。

【数 1 3】

$$idx = \underset{i \in \{1, \dots, M\}}{\arg \min} \left(\sum_{\omega=L_{min}}^{L_{mid}-1} |X(\omega) - \{\hat{g} + \Delta_{low}(i)\} \hat{X}_Q(\omega)|^2 + \sum_{\omega=L_{mid}}^{L_{max}} |X(\omega) - \{\hat{g} + \Delta_{high}(i)\} \hat{X}_Q(\omega)|^2 \right) \quad (13)$$

20

【 0 1 3 5 】

なお、式 (1 3) は誤差が最小となる基準でのベクトル量子化に対応するものであるが、相関が最大となる基準でのベクトル量子化、誤差が最小または相関が最大となる基準でのスカラ量子化などの手法を適用してもよいのは当然のことである。

【 0 1 3 6 】

[[ゲイン補正量符号化処理の第 1 例の具体例 2 : 4 個の範囲に区分されている場合の例]]
量子化正規化済み信号系列が 4 個の範囲に区分されている場合について説明する。

30

【 0 1 3 7 】

図示しない記憶部には、第 1 の範囲のゲイン補正量の候補 $\Delta_1(m)$ と第 2 の範囲のゲイン補正量の候補 $\Delta_2(m)$ と第 3 の範囲のゲイン補正量の候補 $\Delta_3(m)$ と第 4 の範囲のゲイン補正量の候補 $\Delta_4(m)$ とこれらのゲイン補正量の候補を特定する符号 $idx(m)$ との組が M 個 (M は 2 以上の予め定められた整数) 格納されている。具体的には、 $\Delta_1(1)$ と $\Delta_2(1)$ と $\Delta_3(1)$ と $\Delta_4(1)$ と $idx(1)$ との組、 $\Delta_1(2)$ と $\Delta_2(2)$ と $\Delta_3(2)$ と $\Delta_4(2)$ と $idx(2)$ との組、 \dots 、 $\Delta_1(M)$ と $\Delta_2(M)$ と $\Delta_3(M)$ と $\Delta_4(M)$ と $idx(M)$ との組、がゲイン補正量コードブックとして記憶部に格納されている。

【 0 1 3 8 】

ゲイン補正量符号化部は、まず、1 から M のそれぞれの m について、量子化グローバルゲイン g^{\wedge} と第 1 の範囲のゲイン補正量の候補 $\Delta_1(m)$ とを加算して得られる値と第 1 の範囲の量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q(\omega)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{(1)}-1\}$] の各サンプルの値とを乗算して得られる信号系列と第 1 の範囲の入力信号系列 $X(\omega)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{(1)}-1\}$] との対応するサンプル同士の値の差の二乗和と、量子化グローバルゲイン g^{\wedge} と第 2 の範囲のゲイン補正量の候補 $\Delta_2(m)$ とを加算して得られる値と第 2 の範囲の量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q(\omega)$ [$\{L_{(1)}, \dots, L_{(2)}-1\}$] の各サンプルの値とを乗算して得られる信号系列と第 2 の範囲の入力信号系列 $X(\omega)$ [$\{L_{(1)}, \dots, L_{(2)}-1\}$] との対応するサンプル同士の値の差の二乗和と、量子化グローバルゲイン g^{\wedge} と第 3 の範囲のゲイン補正量の候補 $\Delta_3(m)$ とを加算して得られる値と第 3 の範囲の量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q(\omega)$ [$\{L_{(2)}, \dots, L_{(3)}-1\}$] の各サンプルの値とを乗算して得られる信号系

40

50

列と第3の範囲の入力信号系列 $X(\omega)$ [$\{L_{(2)}, \dots, L_{(3)}-1\}$] との対応するサンプル同士の値の差の二乗和と、量子化グローバルゲイン \hat{g} と第4の範囲のゲイン補正量の候補 $\Delta_4(m)$ とを加算して得られる値と第4の範囲の量子化正規化済み信号系列 $\hat{X}_Q(\omega)$ [$\{L_{(3)}, \dots, L_{max}\}$] の各サンプルの値とを乗算して得られる信号系列と第4の範囲の入力信号系列 $X(\omega)$ [$\{L_{(3)}, \dots, L_{max}\}$] との対応するサンプル同士の値の差の二乗和と、の加算値を求める。加算値は式(14)で求まる。

【数14】

$$\sum_{\omega=L_{min}}^{L_{(1)}-1} |X(\omega) - \{\hat{g} + \Delta_1(m)\} \hat{X}_Q(\omega)|^2 + \sum_{\omega=L_{(1)}}^{L_{(2)}-1} |X(\omega) - \{\hat{g} + \Delta_2(m)\} \hat{X}_Q(\omega)|^2 + \sum_{\omega=L_{(2)}}^{L_{(3)}-1} |X(\omega) - \{\hat{g} + \Delta_3(m)\} \hat{X}_Q(\omega)|^2 + \sum_{\omega=L_{(3)}}^{L_{max}} |X(\omega) - \{\hat{g} + \Delta_4(m)\} \hat{X}_Q(\omega)|^2 \quad (14)$$

10

【0139】

次に、この加算値が最小となる m に対応する符号 $idx(m)$ をゲイン補正量符号 idx として出力する。すなわち、ゲイン補正量符号 idx は式(15)により求まる。

【数15】

$$idx = \underset{i \in \{1, \dots, M\}}{\operatorname{arg\,min}} \left(\sum_{\omega=L_{min}}^{L_{(1)}-1} |X(\omega) - \{\hat{g} + \Delta_1(i)\} \hat{X}_Q(\omega)|^2 + \sum_{\omega=L_{(1)}}^{L_{(2)}-1} |X(\omega) - \{\hat{g} + \Delta_2(i)\} \hat{X}_Q(\omega)|^2 + \sum_{\omega=L_{(2)}}^{L_{(3)}-1} |X(\omega) - \{\hat{g} + \Delta_3(i)\} \hat{X}_Q(\omega)|^2 + \sum_{\omega=L_{(3)}}^{L_{max}} |X(\omega) - \{\hat{g} + \Delta_4(i)\} \hat{X}_Q(\omega)|^2 \right) \quad (15)$$

20

【0140】

なお、式(15)は誤差が最小となる基準でのベクトル量子化に対応するものであるが、相関が最大となる基準でのベクトル量子化、誤差が最小または相関が最大となる基準でのスカラ量子化などの手法を適用してもよいのは当然のことである。

【0141】

[[ゲイン補正量符号化処理の第1例の一般化：N個の範囲に区分されている場合の例]]

量子化正規化済み信号系列がN個の範囲に区分されている場合について説明する。以下では、 L_{min} を $L_{(0)}$ 、 L_{max} を $L_{(N)}-1$ 、として説明する。

【0142】

図示しない記憶部には、第1の範囲から第Nの範囲それぞれのゲイン補正量の候補 $\Delta_1(m), \dots, \Delta_N(m)$ とこれらのゲイン補正量の候補を特定する符号 $idx(m)$ との組がM個 (Mは2以上の予め定められた整数) 格納されている。具体的には、 $\Delta_1(1), \dots, \Delta_N(1)$ と $idx(1)$ との組、 $\Delta_1(2), \dots, \Delta_N(2)$ と $idx(2)$ との組、 \dots 、 $\Delta_1(M), \dots, \Delta_N(M)$ と $idx(M)$ との組、がゲイン補正量コードブックとして記憶部に格納されている。

30

【0143】

ゲイン補正量符号化部は、まず、1からMのそれぞれの m について、第1の範囲から第Nの範囲のそれぞれについての量子化グローバルゲイン \hat{g} と第 n の範囲のゲイン補正量の候補 $\Delta_n(m)$ とを加算して得られる値と第 n の範囲の量子化正規化済み信号系列 $\hat{X}_Q(\omega)$ [$\{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-1\}$] の各サンプルの値とを乗算して得られる信号系列と第1の範囲の入力信号系列 $X(\omega)$ [$\{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-1\}$] との対応するサンプル同士の値の差の二乗和、の第1の範囲から第Nの範囲の全てについての加算値を求める。加算値は式(16)で求まる。

40

【数16】

$$\sum_{n=1}^N \sum_{\omega=L_{(n-1)}}^{L_{(n)}-1} |X(\omega) - \{\hat{g} + \Delta_n(m)\} \hat{X}_Q(\omega)|^2 \quad (16)$$

【0144】

次に、この加算値が最小となる m に対応する符号 $idx(m)$ をゲイン補正量符号 idx として

50

出力する。すなわち、ゲイン補正量符号idxは式(17)により求まる。

【数17】

$$\text{idx} = \text{idx} \left(\arg \min_{i \in \{1, \dots, M\}} \left(\sum_{n=1}^N \sum_{\omega=L_{(n-1)}}^{L_{(n)}-1} |X(\omega) - \{\hat{g} + \Delta_n(i)\} \hat{X}_Q(\omega)|^2 \right) \right) \quad (17)$$

【0145】

なお、式(17)は誤差が最小となる基準でのベクトル量子化に対応するものであるが、相関が最大となる基準でのベクトル量子化、誤差が最小または相関が最大となる基準でのスカラ量子化などの手法を適用してもよいのは当然のことである。

【0146】

[ゲイン補正量符号化処理の第2例：パワー比の乗算]

ゲイン補正量符号化処理の第2例は、量子化グローバルゲイン \hat{g} と、量子化正規化済み信号系列のフレーム内の全てのサンプルの値の二乗和を量子化正規化済み信号系列の区分された範囲内の全てのサンプルの値の二乗和で除算した値をゲイン補正量に乗算した値と、を加算したものを補正ゲインとする例である。

【0147】

量子化正規化済み信号系列がN個の範囲に区分されている場合について説明する。以下では、 L_{min} を $L_{(0)}$ 、 L_{max} を $L_{(N)}-1$ 、として説明する。

【0148】

図示しない記憶部には、第1例と同様に、第1の範囲から第Nの範囲それぞれのゲイン補正量の候補 $g_1(m), \dots, g_N(m)$ とこれらのゲイン補正量の候補を特定する符号 $\text{idx}(m)$ との組がM個(Mは2以上の予め定められた整数)格納されている。具体的には、 $g_1(1), \dots, g_N(1)$ と $\text{idx}(1)$ との組、 $g_1(2), \dots, g_N(2)$ と $\text{idx}(2)$ との組、 \dots 、 $g_1(M), \dots, g_N(M)$ と $\text{idx}(M)$ との組、がゲイン補正量コードブックとして記憶部に格納されている。

【0149】

第1の範囲から第Nの範囲それぞれについて、量子化正規化済み信号系列のフレーム内の全てのサンプル $X^Q(\omega)$ [$\omega \in \{L_{(0)}, \dots, L_{(N)}-1\}$]の値の二乗和を量子化正規化済み信号系列の区分された範囲内の全てのサンプル $X^Q(\omega)$ [$\omega \in \{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-1\}$]の値の二乗和で除算した値を $s(n)$ としたとき、ゲイン補正量符号化部は、まず、1からMのそれぞれのmについて、第1の範囲から第Nの範囲のそれぞれについての、量子化グローバルゲイン \hat{g} と、第nの範囲のゲイン補正量の候補 $g_n(m)$ と $s(n)$ との乗算値と、を加算して得られる値と第nの範囲の量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\omega)$ [$\omega \in \{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-1\}$]の各サンプルの値とを乗算して得られる信号系列と第1の範囲の入力信号系列 $X(\omega)$ [$\omega \in \{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-1\}$]との対応するサンプル同士の値の差の二乗和、の第1の範囲から第Nの範囲の全てについての加算値を求める。 $s(n)$ は式(18)で求まる。また、加算値は式(19)で求まる。

【数18】

$$s(n) = \frac{\sum_{\omega=L_{(0)}}^{L_{(N)}-1} |\hat{X}_Q(\omega)|^2}{\sum_{\omega=L_{(n-1)}}^{L_{(n)}-1} |\hat{X}_Q(\omega)|^2} \quad (18)$$

$$\sum_{n=1}^N \sum_{\omega=L_{(n-1)}}^{L_{(n)}-1} |X(\omega) - \{\hat{g} + s(n)\Delta_n(m)\} \hat{X}_Q(\omega)|^2 \quad (19)$$

【0150】

次に、この加算値が最小となるmに対応する符号 $\text{idx}(m)$ をゲイン補正量符号 idx として出力する。すなわち、ゲイン補正量符号 idx は式(20)により求まる。

10

20

30

40

50

【数 19】

$$idx = \underset{i \in \{1, \dots, M\}}{\operatorname{arg\,min}} \left(\sum_{n=1}^N \sum_{\omega=L_{(n-1)}}^{L_{(n)}-1} |X(\omega) - \{\hat{g} + s(n)\Delta_n(i)\}\hat{X}_Q(\omega)|^2 \right) \quad (20)$$

【0151】

なお、式(20)は誤差が最小となる基準でのベクトル量子化に対応するものであるが、相関が最大となる基準でのベクトル量子化、誤差が最小または相関が最大となる基準でのスカラ量子化などの手法を適用してもよいのは当然のことである。

【0152】

[ゲイン補正量符号化処理の第3例：サンプル数の比の乗算]

10

ゲイン補正量符号化処理の第3例は、量子化グローバルゲイン \hat{g} と、量子化正規化済み信号系列のフレーム内のサンプルのエネルギーが所定値より大きいサンプルの個数を上記量子化正規化済み信号系列の区分された範囲内のサンプルのエネルギーが所定値より大きいサンプルの個数で除算した値をゲイン補正量に乗算した値と、を加算したものを補正ゲインとする例である。

【0153】

量子化正規化済み信号系列がN個の範囲に区分されている場合について説明する。以下では、 L_{min} を $L_{(0)}$ 、 L_{max} を $L_{(N)}-1$ 、として説明する。

【0154】

図示しない記憶部には、第1例と同様に、第1の範囲から第Nの範囲それぞれのゲイン補正量の候補 $c_1(m), \dots, c_N(m)$ とこれらのゲイン補正量の候補を特定する符号 $idx(m)$ との組がM個 (Mは2以上の予め定められた整数) 格納されている。具体的には、 $c_1(1), \dots, c_N(1)$ と $idx(1)$ との組、 $c_1(2), \dots, c_N(2)$ と $idx(2)$ との組、 \dots 、 $c_1(M), \dots, c_N(M)$ と $idx(M)$ との組、がゲイン補正量コードブックとして記憶部に格納されている。

20

【0155】

第1の範囲から第Nの範囲のそれぞれについて、量子化正規化済み信号系列の区分された範囲内の全てのサンプル $X^Q(\omega)$ [$\omega \in \{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-1\}$] のうちの、エネルギーが所定値より大きいサンプルの個数 $c(n)$ を求める。また、 $c(1)$ から $c(N)$ の総和を求める。この総和は、量子化正規化済み信号系列の全てのサンプル $X^Q(\omega)$ [$\omega \in \{L_{(0)}, \dots, L_{(N)}-1\}$] のうちの、エネルギーが所定値より大きいサンプルの個数である。所定値は、0であっても、0以上の値であってもよく、また、量子化グローバルゲイン \hat{g} と所定の値 $\Delta_n(i)$ とを乗算したものであってもよい。

30

【0156】

第1の範囲から第Nの範囲のそれぞれについて、 $c(1)$ から $c(N)$ の総和を $c(n)$ で除算した値を $s(n)$ として求める。 $s(n)$ は式(21)で求まる。

【数 20】

$$s(n) = \frac{\sum_{i=1}^N c(i)}{c(n)} \quad (21)$$

40

【0157】

ゲイン補正量符号化部 140 は、まず、1からMのそれぞれのmについて、第1の範囲から第Nの範囲のそれぞれについての、量子化グローバルゲイン \hat{g} と、第nの範囲のゲイン補正量の候補 $c_n(m)$ と $s(n)$ との乗算値と、を加算して得られる値と第nの範囲の量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\omega)$ [$\omega \in \{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-1\}$] の各サンプルの値とを乗算して得られる信号系列と第1の範囲の入力信号系列 $X(\omega)$ [$\omega \in \{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-1\}$] との対応するサンプル同士の値の差の二乗和、の第1の範囲から第Nの範囲の全てについての加算値を求める。加算値は式(22)で求まる。

50

【数 2 1】

$$\sum_{n=1}^N \sum_{\omega=L_{(n-1)}}^{L_{(n)}-1} \left| X(\omega) - \{\hat{g} + s(n)\Delta_n(m)\} \hat{X}_Q(\omega) \right|^2 \quad (22)$$

【 0 1 5 8 】

次に、この加算値が最小となる m に対応する符号 $idx(m)$ をゲイン補正量符号 idx として出力する。すなわち、ゲイン補正量符号 idx は式 (2 3) により求まる。

【数 2 2】

$$idx = idx \left(\arg \min_{i \in \{1, \dots, M\}} \left(\sum_{n=1}^N \sum_{\omega=L_{(n-1)}}^{L_{(n)}-1} \left| X(\omega) - \{\hat{g} + s(n)\Delta_n(i)\} \hat{X}_Q(\omega) \right|^2 \right) \right) \quad (23)$$

10

【 0 1 5 9 】

なお、式 (2 3) は誤差が最小となる基準でのベクトル量子化に対応するものであるが、相関が最大となる基準でのベクトル量子化、誤差が最小または相関が最大となる基準でのスカラ量子化などの手法を適用してもよいのは当然のことである。

【 0 1 6 0 】

[ゲイン補正量符号化処理の第 4 例：量子化ステップ幅の関係]

ゲイン補正量符号化処理の第 4 例は、量子化グローバルゲイン g^{\wedge} に対応する量子化ステップ幅に依存したゲイン補正量を求め、量子化グローバルゲイン g^{\wedge} とゲイン補正量とを加算したものを補正ゲインとする例である。

20

【 0 1 6 1 】

量子化正規化済み信号系列が N 個の範囲に区分されている場合について説明する。以下では、 L_{min} を $L_{(0)}$ 、 L_{max} を $L_{(N)} - 1$ 、として説明する。

【 0 1 6 2 】

図示しない記憶部には、第 1 の範囲から第 N の範囲それぞれの量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 ${}_1(m), \dots, {}_N(m)$ とこれらの量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補を特定する符号 $idx(m)$ との組が M 個 (M は 2 以上の予め定められた整数) 格納されている。具体的には、 ${}_1(1), \dots, {}_N(1)$ と $idx(1)$ との組、 ${}_1(2), \dots, {}_N(2)$ と $idx(2)$ との組、 \dots 、 ${}_1(M), \dots, {}_N(M)$ と $idx(M)$ との組、がゲイン補正量コードブックとして記憶部に格納されている。

30

【 0 1 6 3 】

ゲイン補正量符号化処理の第 4 例では、例えば、図示しない記憶部に格納しておくゲイン補正量コードブックに含まれる量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 ${}_n(m)$ の全ての値の絶対値を 1 未満としておく。すなわち、ゲイン補正量コードブックには、量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補を ${}_n(m)$ として格納しておく。量子化グローバルゲイン g^{\wedge} に対応する量子化ステップ幅 $step$ を用いて、ゲイン補正量符号化部 1 4 0 は、まず、1 から M のそれぞれの m について、第 1 の範囲から第 N の範囲のそれぞれについての、量子化グローバルゲイン g^{\wedge} と、第 n の範囲の量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 ${}_n(m)$ と量子化ステップ幅 $step$ との乗算値と、を加算して得られる値と第 n の範囲の量子化正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q(\omega)$ [$\omega \in \{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)} - 1\}$] の各サンプルの値とを乗算して得られる信号系列と第 n の範囲の入力信号系列 $X(\omega)$ [$\omega \in \{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)} - 1\}$] との対応するサンプル同士の値の差の二乗和、の第 1 の範囲から第 N の範囲の全てについての加算値を求める。加算値は式 (2 4) で求まる。

40

【数 2 3】

$$\sum_{n=1}^N \sum_{\omega=L_{(n-1)}}^{L_{(n)}-1} \left| X(\omega) - \{\hat{g} + step \Delta_n(m)\} \hat{X}_Q(\omega) \right|^2 \quad (24)$$

【 0 1 6 4 】

50

次に、この加算値が最小となる m に対応する符号 $idx(m)$ をゲイン補正量符号 idx として出力する。すなわち、ゲイン補正量符号 idx は式 (25) により求まる。

【数 24】

$$idx = \underset{i \in \{1, \dots, M\}}{\operatorname{arg\,min}} \left(\sum_{n=1}^N \sum_{\omega=L_{(n-1)}}^{L_{(n)}-1} |X(\omega) - \{\hat{g} + \text{step} \Delta_n(i)\} \hat{X}_Q(\omega)|^2 \right) \quad (25)$$

【0165】

なお、式 (25) は誤差が最小となる基準でのベクトル量子化に対応するものであるが、相関が最大となる基準でのベクトル量子化、誤差が最小または相関が最大となる基準でのスカラ量子化などの手法を適用してもよいのは当然のことである。

10

【0166】

ゲイン補正量符号化処理の第4例では、量子化グローバルゲイン g^{\wedge} に対応する量子化ステップ幅 step とは、グローバルゲイン符号化部 105 における量子化グローバルゲインの隣接する候補間の差分値である。例えば、この量子化ステップ幅 step と絶対値が 1 未満である量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $n(m)$ との積を量子化グローバルゲイン g^{\wedge} に加算したものとなるように量子化グローバルゲインを補正することで、量子化グローバルゲイン g^{\wedge} をゲイン補正量で補正して得られる補正ゲインが、量子化グローバルゲイン g^{\wedge} とこれに隣接する量子化グローバルゲインの候補との間となるようにできる。

【0167】

なお、例えば、図示しない記憶部に格納しておくゲイン補正量コードブックに含まれる量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $n(m)$ は、学習により生成されることもある。この場合は、量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $n(m)$ に 1 未満でないものが含まれる可能性もある。ただし、たとえ量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $n(m)$ に 1 未満でないものが含まれていたとしても、量子化ステップ幅 step と量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $n(m)$ との積を量子化グローバルゲイン g^{\wedge} に加算したものとなるように量子化グローバルゲインを補正することで、量子化グローバルゲイン g^{\wedge} とこれに隣接する量子化グローバルゲインの候補との距離、すなわち、量子化ステップ幅に依存した補正を量子化グローバルゲインに対して行うことが可能となる。

20

【0168】

[ゲイン補正量符号化処理の第4例の変形例]

30

第4例の変形例は、量子化グローバルゲイン g^{\wedge} に対応する量子化ステップ幅に依存したゲイン補正量を求め、量子化グローバルゲイン g^{\wedge} と、量子化正規化済み信号系列のフレーム内の全てのサンプルの値の二乗和を量子化正規化済み信号系列の区分された範囲内の全てのサンプルの値の二乗和で除算した値をゲイン補正量に乗算した値と、を加算したものを補正ゲインとするか、または、量子化グローバルゲイン g^{\wedge} と、量子化正規化済み信号系列のフレーム内のサンプルのエネルギーが所定値より大きいサンプルの個数を上記量子化正規化済み信号系列の区分された範囲内のサンプルのエネルギーが所定値より大きいサンプルの個数で除算した値をゲイン補正量に乗算した値と、を加算したものを補正ゲインとする例である。

【0169】

40

具体的には、例えば、図示しない記憶部に格納しておくゲイン補正量コードブックに含まれる量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $n(m)$ の全ての値の絶対値を $1/N$ 未満としておく。すなわち、ゲイン補正量コードブックには、量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $n(m)$ として格納しておく。そして、第4例の式 (24) に代えて第2例または第3例の $s(n)$ を用いた式 (26) により加算値を求め、第4例の式 (25) に代えて式 (27) によりゲイン補正量符号 idx を求める。

【数 25】

$$\sum_{n=1}^N \sum_{\omega=L_{(n-1)}}^{L_{(n)}-1} |X(\omega) - \{\hat{g} + \text{step } s(n)\Delta_n(m)\}\hat{X}_Q(\omega)|^2 \quad (26)$$

$$\text{idx} = \text{idx} \left(\arg \min_{i \in \{1, \dots, M\}} \left(\sum_{n=1}^N \sum_{\omega=L_{(n-1)}}^{L_{(n)}-1} |X(\omega) - \{\hat{g} + \text{step } s(n)\Delta_n(i)\}\hat{X}_Q(\omega)|^2 \right) \right) \quad (27)$$

【0170】

なお、式(27)は誤差が最小となる基準でのベクトル量子化に対応するものであるが、相関が最大となる基準でのベクトル量子化、誤差が最小または相関が最大となる基準でのスカラ量子化などの手法を適用してもよいのは当然のことである。

10

【0171】

第2例または第3例の $s(n)$ の平均値は N である。そこで、例えば、量子化ステップ幅 step と絶対値が $1/N$ 未満である量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $s_n(m)$ と平均値が N である $s(n)$ との積を量子化グローバルゲイン g^{\wedge} に加算したものとなるように量子化グローバルゲインを補正することで、量子化グローバルゲイン g^{\wedge} をゲイン補正量で補正して得られるゲインが、量子化グローバルゲイン g^{\wedge} とこれに隣接する量子化グローバルゲインの候補との間となるようにできる。

【0172】

なお、例えば、図示しない記憶部に格納しておくゲイン補正量コードブックに含まれる量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $s_n(m)$ は、学習により生成されることもある。この場合は、量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $s_n(m)$ に $1/N$ 未満でないものが含まれる可能性がある。ただし、たとえ量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $s_n(m)$ に $1/N$ 未満でないものが含まれていたとしても、量子化ステップ幅 step と量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $s_n(m)$ と $s(n)$ との積を量子化グローバルゲイン g^{\wedge} に加算したものとなるように量子化グローバルゲインを補正することで、量子化グローバルゲイン g^{\wedge} とこれに隣接する量子化グローバルゲインの候補との距離、すなわち、量子化ステップ幅に依存した補正を量子化グローバルゲインに対して行うことが可能となる。

20

【0173】

なお、符号化装置1から復号装置2へビットストリームを伝送する実施構成に限定されず、例えば、合成部160によって得られた情報を記録媒体に記録し、当該記録媒体から読み出された当該情報が復号装置2に入力される実施構成も許容される。

30

【0174】

第1実施形態の復号装置2(図13参照)は、正規化信号復号部107、グローバルゲイン復号部106、ゲイン補正量復号部230、復号信号系列生成部250、区分部260を含む。復号装置2は必要に応じて分離部210、時間領域変換部270を含んでもよい。

【0175】

以下、復号装置2(decoder)での処理を説明する(図14参照)。

【0176】

符号化装置1から送信されたビットストリームは復号装置2に入力される。分離部210が、ビットストリームから、正規化信号符号と、グローバルゲイン符号と、ゲイン補正量符号を取り出す。

40

【0177】

<正規化信号復号部107>

正規化信号復号部107には、正規化信号符号が入力される。正規化信号復号部107が、符号化装置1の正規化信号符号化部120が行う符号化方法と対応する復号方法を適用して、正規化信号符号を復号して復号正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q(\) [\{ L_{\min}, \dots, L_{\max} \}]$ を得る(ステップS1d)。この例では、符号化装置1に対応して説明を行なうため、 l は離散周波数のインデックスを表すものとし、 L 点の離散周波数の各成分を $X^{\wedge}_Q(l)$ とする。

50

L_{min} から L_{max} のそれぞれで表すものとする。正規化信号復号部 107 は、[背景技術] 欄で説明した図 1 の正規化信号復号部 107 と同じ動作をする。

【 0178 】

< 区分部 260 >

区分部 260 が、復号正規化済み信号系列 $X^Q(\) [\{ L_{min}, \dots, L_{max} \}]$ を、「各範囲のエネルギーがなるべく等しくなるように区分する基準」で、 N 個の範囲（ただし、 N は 2 以上の予め定められた整数である）に区分する（ステップ S2d）。既述の説明と整合させると、復号正規化済み信号系列 $X^Q(\)$ の離散周波数インデックスの集合を $\{ L_{min}, \dots, L_{max} \}$ として、復号正規化済み信号系列 $X^Q(\) [\{ L_{min}, \dots, L_{max} \}]$ が系列全体 B に相当し、区分部 260 は、復号正規化済み信号系列 $X^Q(\) [\{ L_{min}, \dots, L_{max} \}]$ を N 個の範囲 $\{ B_n \}_{n=1}^N = \{ B_1, \dots, B_n, \dots, B_N \}$ に区分する。この区分処理の詳細は後述する。この区分処理で得られる N 個の範囲の全てを特定できる情報である区分情報は復号信号系列生成部 250 に提供される。

10

【 0179 】

区分数 N は、符号化装置 1 の区分部 150 における区分数 N と共通の値となるように、例えば符号化装置 1 の区分部 150 と復号装置 2 の区分部 260 とに予め設定されている。

【 0180 】

区分部 260 が復号正規化済み信号系列 $X^Q(\) [\{ L_{min}, \dots, L_{max} \}]$ に対して行なう区分処理は、符号化装置 1 の区分部 150 が量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\) [\{ L_{min}, \dots, L_{max} \}]$ に対して行なう区分処理と同一の処理が行われるように、符号化装置 1 の区分部 150 と復号装置 2 の区分部 260 との間で予め設定されている。

20

【 0181 】

< 区分部 260 が行なう区分処理の詳細 >

区分部 260 が復号正規化済み信号系列 $X^Q(\) [\{ L_{min}, \dots, L_{max} \}]$ に対して行なう区分処理は、符号化装置 1 の区分部 150 が量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\) [\{ L_{min}, \dots, L_{max} \}]$ に対して行なう区分処理と同一である。すなわち、「各範囲のエネルギーがなるべく等しくなるように区分する基準」での区分処理は、例えば、復号正規化済み信号系列の第 n の範囲（ n は 1 から $N - 1$ までの各整数）を、

(a) 復号正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和と、復号正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和の N 分の n と、が最も近づくように、

30

または、

(b) 復号正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までに含まれる全てのサンプルの値の絶対値和と、復号正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和の N 分の n と、が最も近づくように、

または、

(c) 復号正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までのサンプル数の合計が、復号正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和が復号正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和の N 分の n 以上となる最小のサンプル数になるように、

40

または、

(d) 復号正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までのサンプル数の合計が、復号正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までに含まれる全てのサンプルの値の絶対値和が復号正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和の N 分の n 以上となる最小のサンプル数になるように、

または、

(e) 復号正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までのサンプル数の合計が、復号正規化済み信号系列の第 1 の範囲から第 n の範囲までに含まれる全てのサンプルの値の二乗和が復号正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の二乗和の N 分の n 以下となる最

50

大のサンプル数になるように、
または、

(f)復号正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までのサンプル数の合計が、復号正規化済み信号系列の第1の範囲から第nの範囲までに含まれる全てのサンプルの値の絶対値和が復号正規化済み信号系列の全てのサンプルの値の絶対値和のN分のn以下となる最大のサンプル数になるように、

求め、

復号正規化済み信号系列のうちの第1の範囲から第N-1の範囲以外の範囲を、復号正規化済み信号系列の第Nの範囲とすることで、復号正規化済み信号系列をN個の範囲に区分することにより行なわれる。

10

【0182】

上記に例示した区分処理は、「各範囲のエネルギーがなるべく等しくなるように区分する基準」による区分を、第1の範囲から順に逐次的に決定していく方法によって実現するものである。上記に例示した区分処理によれば、少ない演算処理量で「各範囲のエネルギーがなるべく等しくなるように区分する基準」による区分を実現できる。

【0183】

区分部260が行なう区分処理の具体例は、符号化装置1の区分部150が行う区分処理の具体例である「区分処理の第1例」から「区分処理の第6例」のそれぞれの具体例中の、量子化正規化済み信号系列 $X^Q(\cdot)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{max}\}$] を復号正規化済み信号系列 $X^Q(\cdot)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{max}\}$] に置き換えたものである。

20

【0184】

<ゲイン補正量復号部230>

ゲイン補正量復号部230には、ゲイン補正量符号が入力される。ゲイン補正量復号部230は、ゲイン補正量符号を復号して、区分された各範囲に対応するゲイン補正量を得る(ステップS3d)。

【0185】

復号正規化済み信号系列がN個の範囲に区分されている場合について説明する。図示しない記憶部には、第1の範囲から第Nの範囲それぞれのゲイン補正量の候補 $g_1(m), \dots, g_N(m)$ とこれらのゲイン補正量の候補を特定する符号 $idx(m)$ との組がM個(Mは2以上の予め定められた整数)格納されている。具体的には、 $g_1(1), \dots, g_N(1)$ と $idx(1)$ との組、 $g_1(2), \dots, g_N(2)$ と $idx(2)$ との組、 \dots 、 $g_1(M), \dots, g_N(M)$ と $idx(M)$ との組、がゲイン補正量コードブックとして記憶部に格納されている。記憶部に格納されているゲイン補正量コードブックは、符号化装置1の記憶部に格納されているゲイン補正量コードブックと同一とする。

30

【0186】

ゲイン補正量復号部230は、ゲイン補正量コードブックを参照して、ゲイン補正量コードブック内でゲイン補正量符号 idx と同じ符号である $idx(l)$ と対応付けられている第1の範囲から第Nの範囲の各範囲に対応するゲイン補正量 $g_1(l), \dots, g_N(l)$ を得る。

【0187】

上記の例はベクトル量子化の復号処理を行なう例であるが、ゲイン補正量復号部230が行う復号処理は、要はゲイン補正量符号化部140が行う符号化処理に対応する処理であれば、ベクトル量子化の復号処理であってもスカラ量子化の復号処理であってもよい。

40

【0188】

<グローバルゲイン復号部106>

グローバルゲイン復号部106には、グローバルゲイン符号が入力される。グローバルゲイン復号部106は、当該グローバルゲイン符号を復号し、復号グローバルゲイン g^h を出力する(ステップS4d)。グローバルゲイン復号部106が行う復号処理は、グローバルゲイン復号部106が行う復号処理は、グローバルゲイン符号化部105が行う符号化処理に対応する処理であり、[背景技術]欄のグローバルゲイン復号部106でも説明した通りの周知技術である。

50

【 0 1 8 9 】

< 復号信号系列生成部 2 5 0 >

復号信号系列生成部 2 5 0 には、復号正規化済み信号系列 $X^Q(\)$ と、ゲイン補正量 $g_n(l)$ と、復号グローバルゲイン $g^$ が入力される。復号信号系列生成部 2 5 0 は、区分部 2 6 0 における < ステップ S 2 d > の処理で得られた範囲ごとに、復号グローバルゲイン $g^$ をゲイン補正量 $g_n(l)$ で補正して得られる補正ゲインと復号正規化済み信号系列 $X^Q(\)$ の各サンプルの値とを乗算して得られる信号系列を出力信号系列 $X^(\)$ として出力する (ステップ S 5 d)。この出力信号系列 $X^(\)$ は、符号化装置 1 の入力信号系列 $X(\)$ と対応するものであるので、復号信号系列とも言える。

【 0 1 9 0 】

10

[復号信号系列生成部の第 1 例]

復号信号系列生成処理の第 1 例は、復号グローバルゲイン $g^$ とゲイン補正量とを加算したものを補正ゲインとする例である。

【 0 1 9 1 】

復号正規化済み信号系列が N 個の範囲に区分されている場合について説明する。復号信号系列生成部 2 5 0 には、復号正規化済み信号系列 $X^Q(\)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{max}\}$] と、ゲイン補正量 $g_n(l)$ [$n \in \{1, \dots, N\}$] と、復号グローバルゲイン $g^$ と、区分情報が入力される。以下では、区分情報により特定される第 n の範囲の最も低域側にあるサンプル番号を $L_{(n-1)}$ 、 L_{min} を $L_{(0)}$ 、 L_{max} を $L_{(N)}-1$ 、として説明する。

【 0 1 9 2 】

20

区分部 2 6 0 で得られた第 1 の範囲から第 N の範囲のそれぞれを第 n の範囲とすると、第 n の範囲の出力信号系列 $X^(\)$ [$\{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-1\}$] は、復号グローバルゲイン $g^$ をゲイン補正量 $g_n(l)$ で補正して得られる補正ゲインと復号正規化済み信号系列 $X^Q(\)$ の各サンプルの値とを乗算して得られる。すなわち、第 n の範囲の出力信号系列 $X^(\)$ [$\{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-1\}$] の各サンプルの値は、式 (2 8) により得られる。

$$X^(\) = (g^ + g_n(l)) X^Q(\) \quad \dots (2 8)$$

【 0 1 9 3 】

第 1 の範囲から第 N の範囲の各範囲について式 (2 8) により出力信号系列 $X^(\)$ [$\{L_{(0)}, \dots, L_{(1)}-1\}$]、 $X^(\)$ [$\{L_{(1)}, \dots, L_{(2)}-1\}$]、 \dots 、 $X^(\)$ [$\{L_{(N-1)}, \dots, L_{(N)}-1\}$] の各サンプルの値を得ることにより、出力信号系列 $X^(\)$ [$\{L_{(0)}, \dots, L_{(N)}-1\}$]、すなわち、 $X^(\)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{max}\}$] が得られる。

30

【 0 1 9 4 】

[復号信号系列生成処理の第 2 例 : パワー比の乗算]

復号信号系列生成処理の第 2 例は、復号グローバルゲイン $g^$ と、復号正規化済み信号系列のフレーム内の全てのサンプルの値の二乗和を復号正規化済み信号系列の区分された範囲内の全てのサンプルの値の二乗和で除算した値をゲイン補正量に乘算した値と、を加算したものを補正ゲインとする例である。

【 0 1 9 5 】

40

復号正規化済み信号系列が N 個の範囲に区分されている場合について説明する。復号信号系列生成部 2 5 0 には、復号正規化済み信号系列 $X^Q(\)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{max}\}$] と、ゲイン補正量 $g_n(l)$ [$n \in \{1, \dots, N\}$] と、復号グローバルゲイン $g^$ と、区分情報が入力される。以下では、区分情報により特定される第 n の範囲の最も低域側にあるサンプル番号を $L_{(n-1)}$ 、 L_{min} を $L_{(0)}$ 、 L_{max} を $L_{(N)}-1$ 、区分部 2 6 0 で得られた第 1 の範囲から第 N の範囲のそれぞれを第 n の範囲として説明する。

【 0 1 9 6 】

まず、第 1 の範囲から第 N の範囲のそれぞれについて、復号正規化済み信号系列のフレーム内の全てのサンプル $X^Q(\)$ [$\{L_{(0)}, \dots, L_{(N)}-1\}$] の値の二乗和を復号正規化済み信号系列の区分された範囲内の全てのサンプル $X^Q(\)$ [$\{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-$

50

1}] の値の二乗和で除算した値をs(n)として求める。s(n)は式(29)で求まる。

【数26】

$$s(n) = \frac{\sum_{\omega=L_{(0)}}^{L_{(N)}-1} |\hat{X}_Q(\omega)|^2}{\sum_{\omega=L_{(n-1)}}^{L_{(n)}-1} |\hat{X}_Q(\omega)|^2} \quad (29)$$

10

【0197】

さらに、第1の範囲から第Nの範囲のそれぞれについて、復号グローバルゲイン g^{\wedge} と、第nの範囲のゲイン補正量 $\gamma_n(l)$ とs(n)との乗算値と、を加算して得られる値と第nの範囲の復号正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q(l)$ [$\{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-1\}$] の各サンプルの値とを乗算して得られる信号系列を第nの範囲の出力信号系列 $X^{\wedge}(l)$ [$\{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-1\}$] とする。すなわち、第nの範囲の出力信号系列 $X^{\wedge}(l)$ [$\{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-1\}$] の各サンプルの値は、式(30)により得られる。

$$X^{\wedge}(l) = (g^{\wedge} + s(n) \gamma_n(l)) X^{\wedge}_Q(l) \quad \dots (30)$$

【0198】

20

第1の範囲から第Nの範囲の各範囲について式(30)により出力信号系列 $X^{\wedge}(l)$ [$\{L_{(0)}, \dots, L_{(1)}-1\}$]、 $X^{\wedge}(l)$ [$\{L_{(1)}, \dots, L_{(2)}-1\}$]、 \dots 、 $X^{\wedge}(l)$ [$\{L_{(N-1)}, \dots, L_{(N)}-1\}$] の各サンプルの値を得ることにより、出力信号系列 $X^{\wedge}(l)$ [$\{L_{(0)}, \dots, L_{(N)}-1\}$]、すなわち、 $X^{\wedge}(l)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{max}\}$] が得られる。

【0199】

[復号信号系列生成処理の第3例：サンプル数の比の乗算]

復号信号系列生成処理の第3例は、復号グローバルゲイン g^{\wedge} と、復号正規化済み信号系列のフレーム内のサンプルのエネルギーが所定値より大きいサンプルの個数を上記復号正規化済み信号系列の区分された範囲内のサンプルのエネルギーが所定値より大きいサンプルの個数で除算した値をゲイン補正量に乗算した値と、を加算したものを補正ゲインとする例である。

30

【0200】

復号正規化済み信号系列がN個の範囲に区分されている場合について説明する。復号信号系列生成部250には、復号正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q(l)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{max}\}$] と、ゲイン補正量 $\gamma_n(l)$ [$n \in \{1, \dots, N\}$] と、復号グローバルゲイン g^{\wedge} と、区分情報が入力される。以下では、区分情報により特定される第nの範囲の最も低域側にあるサンプル番号を $L_{(n-1)}$ 、 L_{min} を $L_{(0)}$ 、 L_{max} を $L_{(N)}-1$ 、区分部260で得られた第1の範囲から第Nの範囲のそれぞれを第nの範囲として説明する。

【0201】

40

まず、第1の範囲から第Nの範囲のそれぞれについて、復号正規化済み信号系列の区分された範囲内の全てのサンプル $X^{\wedge}_Q(l)$ [$\{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-1\}$] のうちの、エネルギーが所定値より大きいサンプルの個数 $c(n)$ を求める。また、 $c(1)$ から $c(N)$ の総和を求める。この総和は、復号正規化済み信号系列の全てのサンプル $X^{\wedge}_Q(l)$ [$\{L_{(0)}, \dots, L_{(N)}-1\}$] のうちの、エネルギーが所定値より大きいサンプルの個数である。所定値は、0であっても、0以上の値であってもよく、また、復号グローバルゲイン g^{\wedge} と所定の値とを乗算したものであってもよい。

【0202】

次に、第1の範囲から第Nの範囲のそれぞれについて、 $c(1)$ から $c(N)$ の総和を $c(n)$ で除算した値をs(n)として求める。s(n)は式(31)で求まる。

50

【数 2 7】

$$s(n) = \frac{\sum_{i=1}^N c(i)}{c(n)} \quad (31)$$

【 0 2 0 3 】

さらに、第 1 の範囲から第 N の範囲のそれぞれについて、復号グローバルゲイン g^{\wedge} と、第 n の範囲のゲイン補正量 $c_n(l)$ と $s(n)$ との乗算値と、を加算して得られる値と第 n の範囲の復号正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q(\)$ [$\{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-1\}$] の各サンプルの値とを乗算して得られる信号系列を第 n の範囲の出力信号系列 $X^{\wedge}(\)$ [$\{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-1\}$] とする。すなわち、第 n の範囲の出力信号系列 $X^{\wedge}(\)$ [$\{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-1\}$] の各サンプルの値は、式 (3 2) により得られる。

10

$$X^{\wedge}(\) = (g^{\wedge} + s(n) \cdot c_n(l)) X^{\wedge}_Q(\) \quad (32)$$

【 0 2 0 4 】

第 1 の範囲から第 N の範囲の各範囲について式 (3 2) により出力信号系列 $X^{\wedge}(\)$ [$\{L_{(0)}, \dots, L_{(1)}-1\}$]、 $X^{\wedge}(\)$ [$\{L_{(1)}, \dots, L_{(2)}-1\}$]、 \dots 、 $X^{\wedge}(\)$ [$\{L_{(N-1)}, \dots, L_{(N)}-1\}$] の各サンプルの値を得ることにより、出力信号系列 $X^{\wedge}(\)$ [$\{L_{(0)}, \dots, L_{(N)}-1\}$]、すなわち、 $X^{\wedge}(\)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{max}\}$] が得られる。

20

【 0 2 0 5 】

[復号信号系列生成処理の第 4 例：量子化ステップ幅の関係]

復号信号系列生成処理の第 4 例は、復号グローバルゲイン g^{\wedge} に対応する量子化ステップ幅に依存したゲイン補正量を求め、復号グローバルゲイン g^{\wedge} とゲイン補正量とを加算したものを補正ゲインとする例である。

【 0 2 0 6 】

復号正規化済み信号系列が N 個の範囲に区分されている場合について説明する。以下では、区分情報により特定される第 n の範囲の最も低域側にあるサンプル番号を $L_{(n-1)}$ 、 L_{min} を $L_{(0)}$ 、 L_{max} を $L_{(N)}-1$ 、として説明する。

30

【 0 2 0 7 】

図示しない記憶部には、第 1 の範囲から第 N の範囲それぞれの量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $c_1(m), \dots, c_N(m)$ とこれらの量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補を特定する符号 $idx(m)$ との組が M 個 (M は 2 以上の予め定められた整数) 格納されている。具体的には、 $c_1(1), \dots, c_N(1)$ と $idx(1)$ との組、 $c_1(2), \dots, c_N(2)$ と $idx(2)$ との組、 \dots 、 $c_1(M), \dots, c_N(M)$ と $idx(M)$ との組、がゲイン補正量コードブックとして記憶部に格納されている。

【 0 2 0 8 】

復号信号系列生成部 2 5 0 が第 4 例の復号信号系列生成処理を行う場合は、例えば、図示しない記憶部に格納しておくゲイン補正量コードブックに含まれる量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $c_n(m)$ の全ての値の絶対値を 1 未満としておく。もちろん、記憶部に格納されているゲイン補正量コードブックは、符号化装置 1 の記憶部に格納されているゲイン補正量コードブックと同一とする。そして、復号信号系列生成部 2 5 0 が第 4 例の復号信号系列生成処理を行う場合は、ゲイン補正量復号部 2 3 0 は、ゲイン補正量コードブックを参照して、ゲイン補正量コードブック内でゲイン補正量符号 idx と同じ符号である $idx(l)$ と対応付けられている第 1 の範囲から第 N の範囲の各範囲に対応する量子化幅乗算前ゲイン補正量 $c_1(l), \dots, c_N(l)$ を得る。

40

【 0 2 0 9 】

復号信号系列生成部 2 5 0 は、グローバルゲイン復号部 1 0 6 における復号グローバルゲイン g^{\wedge} の量子化ステップ幅 $step$ を用いて、第 1 の範囲から第 N の範囲のそれぞれにつ

50

いて、復号グローバルゲイン g^{\wedge} と、第 n の範囲の量子化幅乗算前ゲイン補正量 $g_n(l)$ と量子化ステップ幅 $step$ との乗算値と、を加算して得られる値と第 n の範囲の復号正規化済み信号系列 $X^{\wedge}_Q(\cdot)$ [$\{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-1\}$] の各サンプルの値とを乗算して得られる信号系列を第 n の範囲の出力信号系列 $X^{\wedge}(\cdot)$ [$\{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-1\}$] とする。すなわち、第 n の範囲の出力信号系列 $X^{\wedge}(\cdot)$ [$\{L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)}-1\}$] の各サンプルの値は、式 (33) により得られる。

$$X^{\wedge}(\cdot) = (g^{\wedge} + step \cdot g_n(l)) X^{\wedge}_Q(\cdot) \quad \dots (33)$$

【0210】

第1の範囲から第 N の範囲の各範囲について式 (33) により出力信号系列 $X^{\wedge}(\cdot)$ [$\{L_{(0)}, \dots, L_{(1)}-1\}$]、 $X^{\wedge}(\cdot)$ [$\{L_{(1)}, \dots, L_{(2)}-1\}$]、 \dots 、 $X^{\wedge}(\cdot)$ [$\{L_{(N-1)}, \dots, L_{(N)}-1\}$] の各サンプルの値を得ることにより、出力信号系列 $X^{\wedge}(\cdot)$ [$\{L_{(0)}, \dots, L_{(N)}-1\}$]、すなわち、 $X^{\wedge}(\cdot)$ [$\{L_{min}, \dots, L_{max}\}$] が得られる。

10

【0211】

復号信号系列生成処理の第4例では、復号グローバルゲイン g^{\wedge} に対応する量子化ステップ幅 $step$ とは、グローバルゲイン復号部 106 における復号グローバルゲインと隣接する候補間の差分値である。例えば、この量子化ステップ幅 $step$ と絶対値が1未満である $g_n(l)$ との積を復号グローバルゲイン g^{\wedge} に加算したものとなるように復号グローバルゲインを補正することで、復号グローバルゲイン g^{\wedge} をゲイン補正量で補正して得られるゲインが、復号グローバルゲイン g^{\wedge} とこれに隣接する復号グローバルゲインの候補との間となるようにできる。

20

【0212】

なお、例えば、図示しない記憶部に格納しておく量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $g_n(m)$ は、学習により生成されることもある。この場合は、量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $g_n(m)$ に1未満でないものが含まれる可能性もある。ただし、たとえ量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $g_n(m)$ に1未満でないものが含まれていたとしても、量子化ステップ幅 $step$ と量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $g_n(m)$ との積を復号グローバルゲイン g^{\wedge} に加算したものとなるように復号グローバルゲインを補正することで、復号グローバルゲイン g^{\wedge} とこれに隣接する復号グローバルゲインの候補との距離、すなわち、量子化ステップ幅に依存した補正を復号グローバルゲインに対して行うことが可能となる。

30

【0213】

[復号信号系列生成処理の第4例の変形例]

第4例の変形例は、復号グローバルゲイン g^{\wedge} に対応する量子化ステップ幅に依存したゲイン補正量を求め、復号グローバルゲイン g^{\wedge} と、復号正規化済み信号系列のフレーム内の全てのサンプルの値の二乗和を復号正規化済み信号系列の区分された範囲内の全てのサンプルの値の二乗和で除算した値をゲイン補正量に乘算した値と、を加算したものを補正ゲインとするか、または、復号正規化済み信号系列のフレーム内のサンプルのエネルギーが所定値より大きいサンプルの個数を上記復号正規化済み信号系列の区分された範囲内のサンプルのエネルギーが所定値より大きいサンプルの個数で除算した値をゲイン補正量に乘算した値と、を加算したものを補正ゲインとする例である。

40

【0214】

図示しない記憶部には、第1の範囲から第 N の範囲それぞれの量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $g_1(m), \dots, g_N(m)$ とこれらの量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補を特定する符号 $idx(m)$ との組が M 個 (M は2以上の予め定められた整数) 格納されている。具体的には、 $g_1(1), \dots, g_N(1)$ と $idx(1)$ との組、 $g_1(2), \dots, g_N(2)$ と $idx(2)$ との組、 \dots 、 $g_1(M), \dots, g_N(M)$ と $idx(M)$ との組、がゲイン補正量コードブックとして記憶部に格納されている。

【0215】

具体的には、例えば、図示しない記憶部に格納しておくゲイン補正量コードブックに含まれる量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $g_n(m)$ の全ての値の絶対値を $1/N$ 未満として

50

おく。もちろん、記憶部に格納されているゲイン補正量コードブックは、符号化装置 1 の記憶部に格納されているゲイン補正量コードブックと同一とする。そして、復号信号系列生成部 250 が第 4 例の変形例の復号信号系列生成処理を行う場合は、ゲイン補正量復号部 230 は、ゲイン補正量コードブックを参照して、ゲイン補正量コードブック内でゲイン補正量符号 idx と同じ符号である $idx(l)$ と対応付けられている第 1 の範囲から第 N の範囲の各範囲に対応する量子化幅乗算前ゲイン補正量 $g_n(l), \dots, g_N(l)$ を得る。

【0216】

そして、第 4 例の式 (33) に代えて第 2 例または第 3 例の $s(n)$ を用いた式 (34) により第 n の範囲の出力信号系列 $X^{(n)} [\{ L_{(n-1)}, \dots, L_{(n)} - 1 \}]$ の各サンプルの値を得る。

$$X^{(n)}(k) = (g_n^{step} s(n) g_n(l)) X_Q^{(n)}(k) \quad \dots (34)$$

【0217】

第 1 の範囲から第 N の範囲の各範囲について式 (34) により出力信号系列 $X^{(1)} [\{ L_{(0)}, \dots, L_{(1)} - 1 \}]$ 、 $X^{(2)} [\{ L_{(1)}, \dots, L_{(2)} - 1 \}]$ 、 \dots 、 $X^{(N)} [\{ L_{(N-1)}, \dots, L_{(N)} - 1 \}]$ の各サンプルの値を得ることにより、出力信号系列 $X^{(n)} [\{ L_{(0)}, \dots, L_{(N)} - 1 \}]$ 、すなわち、 $X^{(n)} [\{ L_{min}, \dots, L_{max} \}]$ が得られる。

【0218】

第 2 例または第 3 例の $s(n)$ の平均値は N である。そこで、例えば、量子化ステップ幅 $step$ と絶対値が $1/N$ 未満である量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $g_n(m)$ と平均値が N である $s(n)$ との積を復号グローバルゲイン g^* に加算したものとなるように復号グローバルゲインを補正することで、復号グローバルゲイン g^* をゲイン補正量で補正して得られるゲインが、復号グローバルゲイン g^* とこれに隣接する復号グローバルゲインの候補との間となるようにできる。

【0219】

なお、例えば、図示しない記憶部に格納しておくゲイン補正量コードブックに含まれる量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $g_n(m)$ は、学習により生成されることもある。この場合は、量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $g_n(m)$ に $1/N$ 未満でないものが含まれる可能性がある。ただし、たとえ量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $g_n(m)$ に $1/N$ 未満でないものが含まれていたとしても、量子化ステップ幅 $step$ と量子化幅乗算前ゲイン補正量の候補 $g_n(m)$ と $s(n)$ との積を復号グローバルゲイン g^* に加算したものとなるように復号グローバルゲインを補正することで、復号グローバルゲイン g^* とこれに隣接する復号グローバルゲインの候補との距離、すなわち、量子化ステップ幅に依存した補正を復号グローバルゲインに対して行うことが可能となる。

【0220】

<時間領域変換部 270>

必要に応じて備える時間領域変換部 270 には、出力信号系列 $X^{(n)}$ が入力される。時間領域変換部 270 は、出力信号系列 $X^{(n)}$ に対して周波数 - 時間変換を適用して、フレーム単位の時間領域信号系列 $z_F(t)$ を出力する。周波数 - 時間変換方法は、周波数領域変換部 101 で用いられた時間 - 周波数変換方法に対応する逆変換である。上述の例であれば、ここでの周波数 - 時間変換方法は、IMDCT (Inverse Modified Discrete Cosine Transform) または IDCT (Inverse Discrete Cosine Transform) である。

【0221】

《第 2 実施形態》

第 2 実施形態は、ゲイン補正量符号に、正規化信号符号の余剰ビットを用いる形態である。

【0222】

正規化信号符号化部 120 が [背景技術] 欄で説明した正規化部 102 と量子化部 103 とゲイン制御部 104 により構成される場合などでは、消費ビット数が規定ビット数より少なくなる場合がある。

10

20

30

40

50

【 0 2 2 3 】

第2実施形態の符号化装置1では、正規化信号符号化部120が、規定ビット数から消費ビット数を減算して得られる余剰ビット数 U をゲイン補正量符号化部140に対して出力するようにする。また、ゲイン補正量符号化部140は、入力された余剰ビット数 U に基づいて、 U ビットのゲイン補正量符号を出力するようにする。具体的には、ゲイン補正量符号化部140で用いるゲイン補正量の候補数 M を 2^U とし、各ゲイン補正量の候補を特定する符号 $idx(m)$ を U ビットとすればよい。

【 0 2 2 4 】

第2実施形態の復号装置2では、正規化信号復号部107が、正規化信号符号のビット数の最大値として規定されている規定ビット数から実際の正規化信号符号のビット数である消費ビット数を減算して得られる余剰ビット数 U をゲイン補正量復号部230に対して出力するようにする。また、ゲイン補正量復号部230は入力された U ビットのゲイン補正量符号を復号できるようにする。具体的には、ゲイン補正量復号部230で用いるゲイン補正量コードブックに含まれるゲイン補正量の候補数 M を 2^U とし、各ゲイン補正量の候補を特定する符号 $idx(m)$ を U ビットとしておき、 U ビットのゲイン補正量符号 idx と同じ符号である $idx(l)$ を得られるようにすればよい。

10

【 0 2 2 5 】

第2実施形態の符号化装置1及び復号装置2によれば、正規化信号符号のために用意されたものの実際には正規化信号符号には用いられなかったビットをゲイン補正量符号に用いることで、与えられたビットを有効に活用した符号化及び復号を行うことが可能となる。

20

【 0 2 2 6 】

《第3実施形態》

第3実施形態は、区分された範囲の数 N に対応する情報を符号化装置1から復号装置2に伝える例である。

【 0 2 2 7 】

符号化装置1の区分部150は、何らかの基準や区分部150の外から伝えられた情報により区分後の範囲数 N を決定し、区分後の範囲の数が N となるように区分処理を行う。符号化装置1の区分部150は、区分後の範囲の数である N を特定できる補助符号も出力する。復号装置2の区分部260には、補助符号が入力され、区分後の範囲の数が補助符号により特定される数 N となるように、区分処理を行なう。

30

【 0 2 2 8 】

[実験結果]

以下の2条件に関するSSNR (Segmental Signal to Noise Ratio) を求めた。

1. [背景技術]欄に記載した従来技術
2. 第1実施形態(区分処理は第5例の具体例2、ゲイン補正量符号化処理は第4例の変形例)

【 0 2 2 9 】

[実験条件]

周波数帯域 : 50 Hzから6.4 kHz

ビットレート : 0.8 bit/sample

N : 2

M : 4

ゲイン補正量の候補 : $[low(1), low(2), low(3), low(4)] = [0, 0.06, 0.14, -0.08]$
 $[high(1), high(2), high(3), high(4)] = [0, -0.06, -0.14, 0.08]$

入力信号系列 : 音声と楽音の2種類

40

【 0 2 3 0 】

表1から、従来技術と比較して、第1実施形態+区分処理と補正処理(第7例)によるとSSNRが平均で約0.16 dB改善したことがわかる。

【表 1】

	音声	楽音
従来技術	6.6124 dB	7.2118 dB
第1実施形態+補正処理(第7例)	6.7961 dB	7.3532 dB

【0231】

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

10

【0232】

また、上記符号化装置/上記復号装置における処理機能をコンピュータによって実現する場合、符号化装置/復号装置が有すべき機能の処理内容はプログラムによって記述される。そして、このプログラムをコンピュータで実行することにより、上記符号化装置/上記復号装置における処理機能がコンピュータ上で実現される。

20

【0233】

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

30

【0234】

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

【0235】

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

40

50

タ等)を含むものとする。

【0236】

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

【図1】

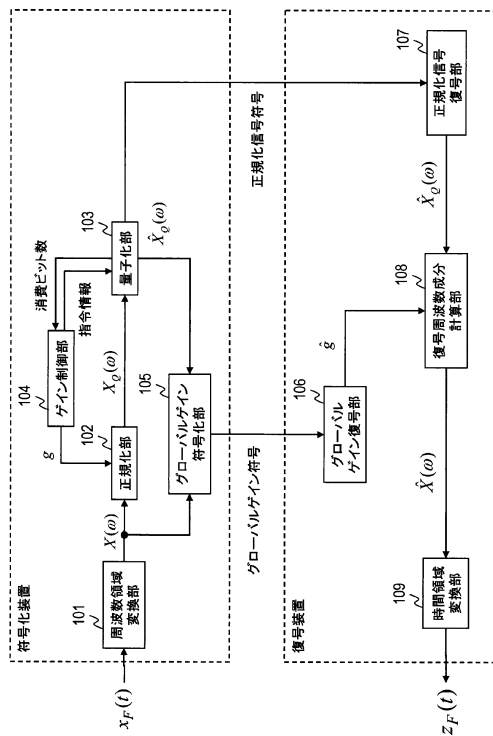


図1

【図2】

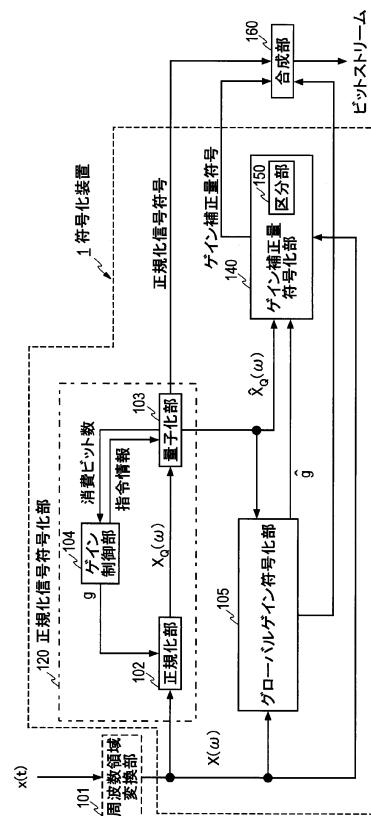


図2

【 図 3 】

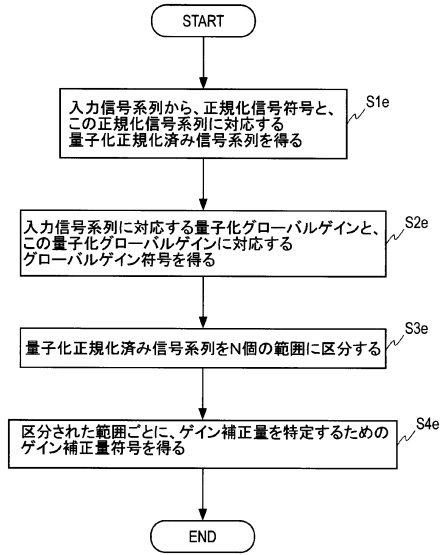


図3

【 図 4 】

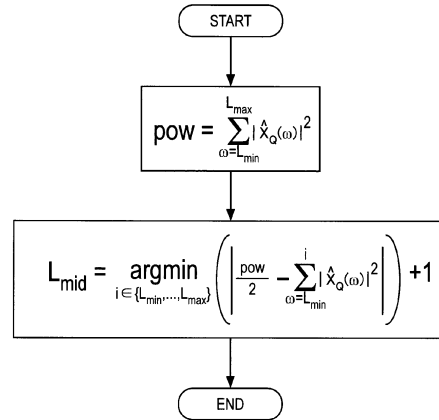


図4

【 図 5 】

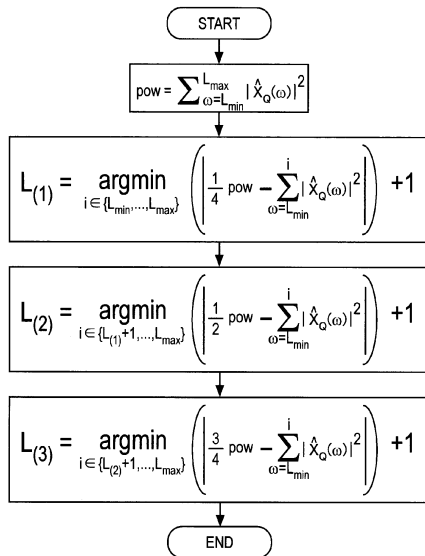


図5

【 図 6 】

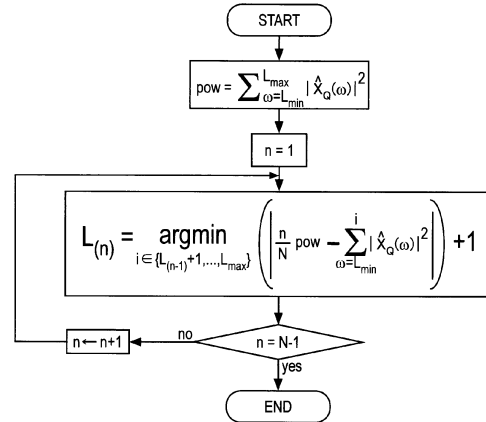


図6

【 図 7 】

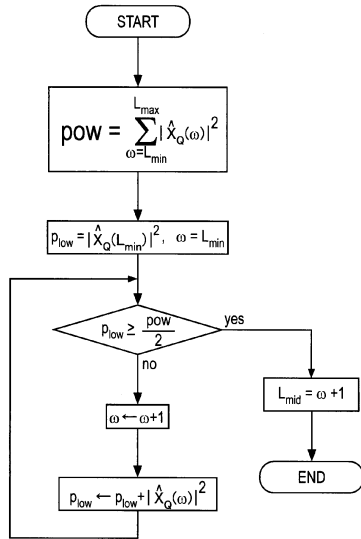


图7

【 图 8 】

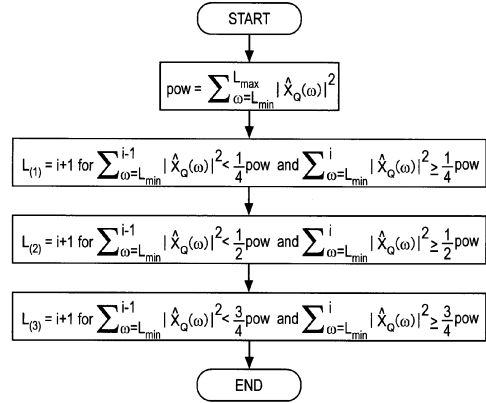


图8

【 图 9 】

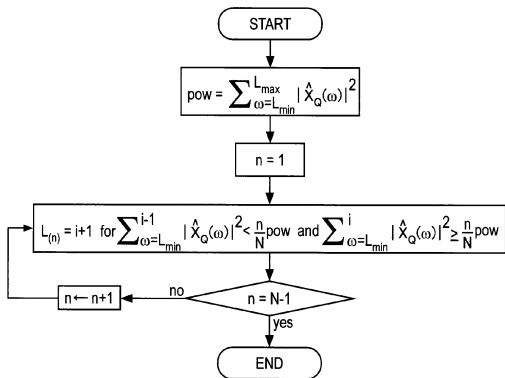


图9

【 图 10 】

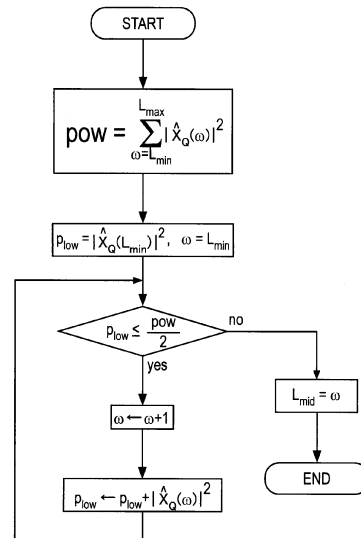


图10

【 図 1 1 】

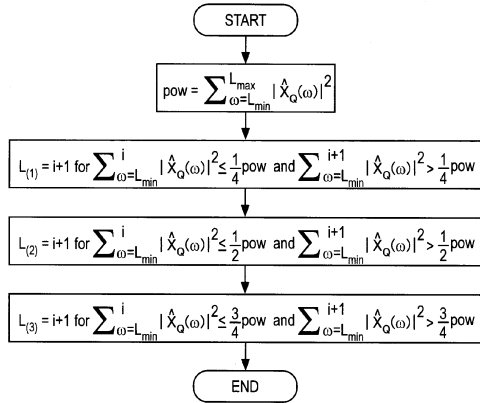


図11

【 図 1 2 】

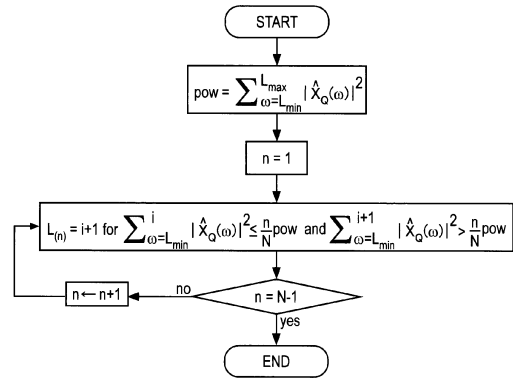


図12

【 図 1 3 】

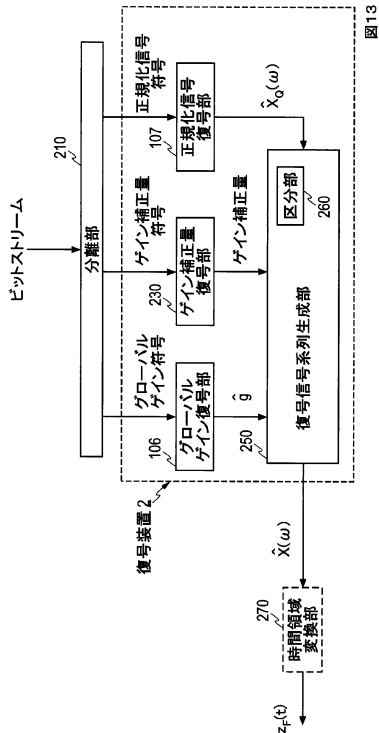


図13

【 図 1 4 】

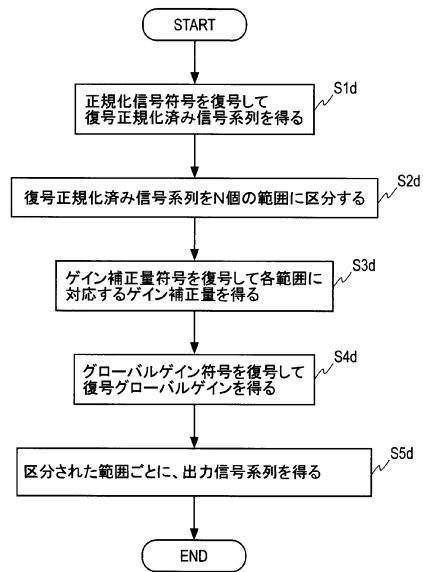


図14

フロントページの続き

- (72)発明者 原田 登
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 守谷 健弘
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 鎌本 優
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 五貫 昭一

- (56)参考文献 国際公開第2005/004113(WO, A1)
特開2006-10817(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|--------|
| G10L | 19/035 |
| H03M | 7/30 |