

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5789816号
(P5789816)

(45) 発行日 平成27年10月7日(2015.10.7)

(24) 登録日 平成27年8月14日(2015.8.14)

(51) Int.Cl. F I
G 1 O L 19/12 (2013.01) G 1 O L 19/12

請求項の数 24 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2014-502273 (P2014-502273)	(73) 特許権者	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(86) (22) 出願日	平成25年2月27日(2013.2.27)	(73) 特許権者	504137912 国立大学法人 東京大学 東京都文京区本郷七丁目3番1号
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/055048	(73) 特許権者	504202472 大学共同利用機関法人情報・システム研究機構 東京都立川市緑町10番3号
(87) 国際公開番号	W02013/129439	(74) 代理人	100121706 弁理士 中尾 直樹
(87) 国際公開日	平成25年9月6日(2013.9.6)	(74) 代理人	100128705 弁理士 中村 幸雄
審査請求日	平成26年6月9日(2014.6.9)		
(31) 優先権主張番号	特願2012-41527 (P2012-41527)		
(32) 優先日	平成24年2月28日(2012.2.28)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 符号化装置、この方法、プログラム及び記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

量子化済利得の候補またはその関数値とインデックスとの組が複数個格納された利得符号帳を備え、上記複数個のインデックスにはビット数が異なるものが含まれており、時間または周波数の区間ごとに、波形情報符号に対応するサンプル列の各サンプルに上記量子化済利得の候補を乗算して得られる波形サンプル列と、入力信号と、の歪み D が大きいほど大きくなり、かつ、上記波形サンプル列を得るための上記量子化済利得の候補に対応するインデックスのビット数が大きいほど大きくなる指標値 D_U 、が最も小さくなる上記インデックスを、利得符号として得る利得量子化部を有し、

上記指標値 D_U は、

所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より小さい場合には、現在の時間区間の w を予め定めた正の値 w_0 より小さな値とし、

上記所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より大きい場合には、上記現在の時間区間の w を予め定めた正の値 w_0 より大きな値とし、

b を上記インデックスのビット数とした

$$D_U = D (1 + w b)$$

により求まる値であり、

上記所定時間だけ過去の時間区間と上記現在の時間区間とが同一のフレームの時間区間

である、符号化装置。

【請求項 2】

量子化済利得の候補またはその関数値とインデックスとの組が複数個格納された利得符号帳を備え、上記複数個のインデックスにはビット数が異なるものが含まれており、時間または周波数の区間ごとに、波形情報符号に対応するサンプル列の各サンプルに上記量子化済利得の候補を乗算して得られる波形サンプル列と、入力信号と、の歪み D が大きいほど大きくなり、かつ、上記波形サンプル列を得るための上記量子化済利得の候補に対応するインデックスのビット数が大きいほど大きくなる指標値 D_U 、が最も小さくなる上記インデックスを、利得符号として得る利得量子化部を有し、

上記指標値 D_U は、

所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より小さい場合には、現在の時間区間の v を 1 より小さな値とし、

上記所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より大きい場合には、上記現在の時間区間の v を 1 より大きな値とし、

b を上記インデックスのビット数とし、 N を上記時間区間の入力音響信号のサンプルの個数とした

$$D_U = D \{ 1 + v (2 \log 2) b / N \}$$

により求まる値であり、

上記所定時間だけ過去の時間区間と上記現在の時間区間とが同一のフレームの時間区間である、符号化装置。

【請求項 3】

第 1 から第 (M) は 2 以上の整数) の量子化済利得の候補またはその関数値の組とインデックスとの組が複数個格納された利得符号帳を備え、上記複数個のインデックスにはビット数が異なるものが含まれており、時間または周波数の区間ごとに、第 1 から第 M までの M 個の、第 (m) は 1 以上 以下の整数) の波形情報符号に対応するサンプル列の各サンプルに上記第 m の量子化済利得の候補を乗算して得られる第 m の波形サンプル列、を対応するサンプル毎に加算して得られる合計波形サンプル列と、入力信号と、の歪み D が大きいほど大きくなり、かつ、上記合計波形サンプル列を得るための上記量子化済利得の候補に対応するインデックスのビット数が大きいほど大きくなる指標値 D_U 、が最も小さくなる上記インデックスを、利得符号として得る利得量子化部を有し、

上記指標値 D_U は、

所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より小さい場合には、現在の時間区間の w を予め定めた正の値 w_0 より小さな値とし、

上記所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より大きい場合には、上記現在の時間区間の w を予め定めた正の値 w_0 より大きな値とし、

b を上記インデックスのビット数とした

$$D_U = D (1 + w b)$$

により求まる値であり、

上記所定時間だけ過去の時間区間と上記現在の時間区間とが同一のフレームの時間区間である、符号化装置。

【請求項 4】

第 1 から第 (M) は 2 以上の整数) の量子化済利得の候補またはその関数値の組とインデックスとの組が複数個格納された利得符号帳を備え、上記複数個のインデックスにはビット数が異なるものが含まれており、時間または周波数の区間ごとに、第 1 から第 M までの M 個の、第 (m) は 1 以上 以下の整数) の波形情報符号に対応するサンプル列の各サンプルに上記第 m の量子化済利得の候補を乗算して得られる第 m の波形サンプル列、を対

10

20

30

40

50

応するサンプル毎に加算して得られる合計波形サンプル列と、入力信号と、の歪み D が大きいほど大きくなり、かつ、上記合計波形サンプル列を得るための上記量子化済利得の候補に対応するインデックスのビット数が大きいほど大きくなる指標値 D_U 、が最も小さくなる上記インデックスを、利得符号として得る利得量子化部を有し、

上記指標値 D_U は、

所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より小さい場合には、現在の時間区間の v を 1 より小さな値とし、

上記所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より大きい場合には、上記現在の時間区間の v を 1 より大きな値とし、

b を上記インデックスのビット数とし、 N を上記時間区間の入力音響信号のサンプルの個数とした

$$D_U = D \{ 1 + v (2 \log 2) b / N \}$$

により求まる値であり、

上記所定時間だけ過去の時間区間と上記現在の時間区間とが同一のフレームの時間区間である、符号化装置。

【請求項 5】

上記波形情報符号に対応するサンプル列は、上記波形情報符号を復号することにより得られるサンプル列を、合成フィルタに通して得られたものである、
請求項 1 から 4 の何れかの符号化装置。

【請求項 6】

所定時間区間ごとに、入力音響信号に対応する、固定符号帳からのサンプル列を特定するコードインデックス、ピッチ周期を特定するピッチ符号、および量子化済固定符号帳利得と量子化済ピッチ利得とに対応する利得符号、を得る符号化装置であって、

量子化済固定符号帳利得の候補またはその関数値と量子化済ピッチ利得の候補またはその関数値とインデックスとの組が複数個格納された利得符号帳を備え、上記複数個のインデックスにはビット数が異なるものが含まれており、時間区間ごとに、固定符号帳からのサンプル列を合成フィルタに通して得られるサンプル列 Z のそれぞれのサンプルに上記量子化済固定符号帳利得の候補を乗算して得られるサンプル列 Z と、過去の励振信号を上記合成フィルタに通して得られるサンプル列 Y のそれぞれのサンプルに上記量子化済ピッチ利得の候補を乗算して得られるサンプル列 Y と、を対応するサンプル毎に加算して得られる合成信号サンプル列 $Y + Z$ と入力音響信号 X との歪み D と、インデックスのビット数が大きいほど大きくなる係数と、を加算または乗算して得られる指標値 D_U が最も小さくなるインデックスを、利得符号として得る利得量子化部を有し、

上記指標値 D_U は、

所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より小さい場合には、現在の時間区間の w を予め定めた正の値 w_0 より小さな値とし、

上記所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より大きい場合には、上記現在の時間区間の w を予め定めた正の値 w_0 より大きな値とし、

b を上記インデックスのビット数とした

$$D_U = D (1 + w b)$$

により求まる値であり、

上記所定時間だけ過去の時間区間と上記現在の時間区間とが同一のフレームの時間区間である、符号化装置。

【請求項 7】

所定時間区間ごとに、入力音響信号に対応する、固定符号帳からのサンプル列を特定するコードインデックス、ピッチ周期を特定するピッチ符号、および量子化済固定符号帳利

10

20

30

40

50

得と量子化済ピッチ利得とに対応する利得符号、を得る符号化装置であって、

量子化済固定符号帳利得の候補またはその関数値と量子化済ピッチ利得の候補またはその関数値とインデックスとの組が複数個格納された利得符号帳を備え、上記複数個のインデックスにはビット数が異なるものが含まれており、時間区間ごとに、固定符号帳からのサンプル列を合成フィルタに通して得られるサンプル列Zのそれぞれのサンプルに上記量子化済固定符号帳利得の候補を乗算して得られるサンプル列Zと、過去の励振信号を上記合成フィルタに通して得られるサンプル列Yのそれぞれのサンプルに上記量子化済ピッチ利得の候補を乗算して得られるサンプル列Yと、を対応するサンプル毎に加算して得られる合成信号サンプル列Y+Zと入力音響信号Xとの歪みDと、インデックスのビット数が大きいほど大きくなる係数と、を加算または乗算して得られる指標値 D_U が最も小さくなるインデックスを、利得符号として得る利得量子化部を有し、

10

上記指標値 D_U は、

所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より小さい場合には、現在の時間区間の v を1より小さな値とし、

上記所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より大きい場合には、上記現在の時間区間の v を1より大きな値とし、

b を上記インデックスのビット数とし、 N を上記時間区間の入力音響信号のサンプルの個数とした

20

$$D_U = D \{ 1 + v (2 \log 2) b / N \}$$

により求まる値であり、

上記所定時間だけ過去の時間区間と上記現在の時間区間とが同一のフレームの時間区間である、符号化装置。

【請求項8】

入力音響信号を所定時間区間ごとに符号化する装置であって、

時間区間ごとに、上記入力音響信号に対応する線形予測係数またはこれと互換な係数を特定する符号である線形予測情報を得る線形予測分析部と、

時間区間ごとに、固定符号帳に含まれる複数のサンプル列のうち上記入力音響信号に対応するサンプル列を特定するコードインデックスを得る固定符号帳探索部と、

30

時間区間ごとに、上記入力音響信号に対応するピッチ周期を特定するピッチ符号を得る適応符号帳探索部と、

時間区間ごとに、量子化済固定符号帳利得と量子化済ピッチ利得とに対応する利得符号を得る利得量子化部と、

上記コードインデックスに対応する固定符号帳からのサンプル列のそれぞれのサンプルに上記量子化済固定符号帳利得を乗算して得られるサンプル列と、上記ピッチ周期に対応するサンプル数だけ過去の励振信号のサンプル列のそれぞれのサンプルに上記量子化済ピッチ利得を乗算して得られるサンプル列と、を対応するサンプル毎に加算した励振信号を格納する適応符号帳と、を少なくとも備えており、

上記利得量子化部は、

40

量子化済固定符号帳利得の候補またはその関数値と量子化済ピッチ利得の候補またはその関数値とインデックスとの組が複数個格納された利得符号帳を備え、

上記複数個のインデックスにはビット数が異なるものが含まれており、

時間区間ごとに、上記コードインデックスに対応する固定符号帳からのサンプル列を上記線形予測係数またはこれと互換な係数による合成フィルタに通して得られるサンプル列Zのそれぞれのサンプルに上記量子化済固定符号帳利得の候補を乗算して得られるサンプル列Zと、上記ピッチ周期に対応するサンプル数だけ過去の励振信号を上記合成フィルタに通して得られるサンプル列Yのそれぞれのサンプルに上記量子化済ピッチ利得の候補を乗算して得られるサンプル列Yと、を対応するサンプル毎に加算して得られる合成信号サンプル列Y+Zと入力音響信号Xとの歪みDと、インデックスのビット数が

50

大きいほど大きくなる係数と、を加算または乗算して得られる指標値 D_U が最も小さくなるインデックスを、利得符号として得るものであり、

上記指標値 D_U は、

所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より小さい場合には、現在の時間区間の w を予め定めた正の値 w_0 より小さな値とし、

上記所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より大きい場合には、上記現在の時間区間の w を予め定めた正の値 w_0 より大きな値とし、

b を上記インデックスのビット数とした

$$D_U = D (1 + w b)$$

により求まる値であり、

上記所定時間だけ過去の時間区間と上記現在の時間区間とが同一のフレームの時間区間である、符号化装置。

【請求項 9】

入力音響信号を所定時間区間ごとに符号化する装置であって、

時間区間ごとに、上記入力音響信号に対応する線形予測係数またはこれと互換な係数を特定する符号である線形予測情報を得る線形予測分析部と、

時間区間ごとに、固定符号帳に含まれる複数のサンプル列のうち上記入力音響信号に対応するサンプル列を特定するコードインデックスを得る固定符号帳探索部と、

時間区間ごとに、上記入力音響信号に対応するピッチ周期を特定するピッチ符号を得る適応符号帳探索部と、

時間区間ごとに、量子化済固定符号帳利得と量子化済ピッチ利得とに対応する利得符号を得る利得量子化部と、

上記コードインデックスに対応する固定符号帳からのサンプル列のそれぞれのサンプルに上記量子化済固定符号帳利得を乗算して得られるサンプル列と、上記ピッチ周期に対応するサンプル数だけ過去の励振信号のサンプル列のそれぞれのサンプルに上記量子化済ピッチ利得を乗算して得られるサンプル列と、を対応するサンプル毎に加算した励振信号を格納する適応符号帳と、を少なくとも備えており、

上記利得量子化部は、

量子化済固定符号帳利得の候補またはその関数値と量子化済ピッチ利得の候補またはその関数値とインデックスとの組が複数個格納された利得符号帳を備え、

上記複数個のインデックスにはビット数が異なるものが含まれており、

時間区間ごとに、上記コードインデックスに対応する固定符号帳からのサンプル列を上記線形予測係数またはこれと互換な係数による合成フィルタに通して得られるサンプル列 Z のそれぞれのサンプルに上記量子化済固定符号帳利得の候補 を乗算して得られるサンプル列 Z と、上記ピッチ周期に対応するサンプル数だけ過去の励振信号を上記合成フィルタに通して得られるサンプル列 Y のそれぞれのサンプルに上記量子化済ピッチ利得の候補 を乗算して得られるサンプル列 Y と、を対応するサンプル毎に加算して得られる合成信号サンプル列 $Y + Z$ と入力音響信号 X との歪み D と、インデックスのビット数が大きいほど大きくなる係数と、を加算または乗算して得られる指標値 D_U が最も小さくなるインデックスを、利得符号として得るものであり、

上記指標値 D_U は、

所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より小さい場合には、現在の時間区間の v を 1 より小さな値とし、

上記所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より大きい場合には、上記現在の時間区間の v を 1 より大きな値とし、

b を上記インデックスのビット数とし、 N を上記時間区間の入力音響信号のサンプルの

10

20

30

40

50

個数とした

$$D_U = D \{ 1 + v (2 \log 2) b / N \}$$

により求まる値であり、

上記所定時間だけ過去の時間区間と上記現在の時間区間とが同一のフレームの時間区間である、符号化装置。

【請求項 10】

上記利得量子化部には、利得符号帳が複数個備えられており、

上記利得量子化部は、 w の値ごとに予め定められた利得符号帳を用いて利得符号を得る、請求項 1、3、6、8 の何れかに記載の符号化装置。

【請求項 11】

上記利得量子化部には、利得符号帳が複数個備えられており、

上記利得量子化部は、 v の値ごとに予め定められた利得符号帳を用いて利得符号を得る、請求項 2、4、7、9 の何れかに記載の符号化装置。

【請求項 12】

量子化済利得の候補またはその関数値とインデックスとの組が複数個格納された利得符号帳を備え、上記複数個のインデックスにはビット数が異なるものが含まれており、時間または周波数の区間ごとに、波形情報符号に対応するサンプル列の各サンプルに上記量子化済利得の候補を乗算して得られる波形サンプル列と、入力信号と、の歪み D が大きいほど大きくなり、かつ、上記波形サンプル列を得るための上記量子化済利得の候補に対応するインデックスのビット数が大きいほど大きくなる指標値 D_U 、が最も小さくなる上記インデックスを、利得符号として得る利得量子化ステップを有し、

上記指標値 D_U は、

所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より小さい場合には、現在の時間区間の w を予め定めた正の値 w_0 より小さな値とし、

上記所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より大きい場合には、上記現在の時間区間の w を予め定めた正の値 w_0 より大きな値とし、

b を上記インデックスのビット数とした

$$D_U = D (1 + w b)$$

により求まる値であり、

上記所定時間だけ過去の時間区間と上記現在の時間区間とが同一のフレームの時間区間である、符号化方法。

【請求項 13】

量子化済利得の候補またはその関数値とインデックスとの組が複数個格納された利得符号帳を備え、上記複数個のインデックスにはビット数が異なるものが含まれており、時間または周波数の区間ごとに、波形情報符号に対応するサンプル列の各サンプルに上記量子化済利得の候補を乗算して得られる波形サンプル列と、入力信号と、の歪み D が大きいほど大きくなり、かつ、上記波形サンプル列を得るための上記量子化済利得の候補に対応するインデックスのビット数が大きいほど大きくなる指標値 D_U 、が最も小さくなる上記インデックスを、利得符号として得る利得量子化ステップを有し、

上記指標値 D_U は、

所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より小さい場合には、現在の時間区間の v を 1 より小さな値とし、

上記所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より大きい場合には、上記現在の時間区間の v を 1 より大きな値とし、

b を上記インデックスのビット数とし、 N を上記時間区間の入力音響信号のサンプルの個数とした

10

20

30

40

50

$$D_U = D \{ 1 + v (2 \log 2) b / N \}$$

により求まる値であり、

上記所定時間だけ過去の時間区間と上記現在の時間区間とが同一のフレームの時間区間である、符号化方法。

【請求項 14】

第1から第 (は2以上の整数) の量子化済利得の候補またはその関数値の組とインデックスとの組が複数個格納された利得符号帳を備え、上記複数個のインデックスにはビット数が異なるものが含まれており、時間または周波数の区間ごとに、第1から第 までの 個の、第 (は1以上 以下の整数) の波形情報符号に対応するサンプル列の各サンプルに上記第 の量子化済利得の候補を乗算して得られる第 の波形サンプル列、を対応するサンプル毎に加算して得られる合計波形サンプル列と、入力信号と、の歪みDが大きいほど大きくなり、かつ、上記合計波形サンプル列を得るための上記量子化済利得の候補に対応するインデックスのビット数が大きいほど大きくなる指標値 D_U 、が最も小さくなる上記インデックスを、利得符号として得る利得量子化ステップを有し、

10

上記指標値 D_U は、

所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より小さい場合には、現在の時間区間の w を予め定めた正の値 w_0 より小さな値とし、

上記所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より大きい場合には、上記現在の時間区間の w を予め定めた正の値 w_0 より大きな値とし、

20

b を上記インデックスのビット数とした

$$D_U = D (1 + w b)$$

により求まる値であり、

上記所定時間だけ過去の時間区間と上記現在の時間区間とが同一のフレームの時間区間である、符号化方法。

【請求項 15】

第1から第 (は2以上の整数) の量子化済利得の候補またはその関数値の組とインデックスとの組が複数個格納された利得符号帳を備え、上記複数個のインデックスにはビット数が異なるものが含まれており、時間または周波数の区間ごとに、第1から第 までの 個の、第 (は1以上 以下の整数) の波形情報符号に対応するサンプル列の各サンプルに上記第 の量子化済利得の候補を乗算して得られる第 の波形サンプル列、を対応するサンプル毎に加算して得られる合計波形サンプル列と、入力信号と、の歪みDが大きいほど大きくなり、かつ、上記合計波形サンプル列を得るための上記量子化済利得の候補に対応するインデックスのビット数が大きいほど大きくなる指標値 D_U 、が最も小さくなる上記インデックスを、利得符号として得る利得量子化ステップを有し、

30

上記指標値 D_U は、

所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より小さい場合には、現在の時間区間の v を1より小さな値とし、

40

上記所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より大きい場合には、上記現在の時間区間の v を1より大きな値とし、

b を上記インデックスのビット数とし、 N を上記時間区間の入力音響信号のサンプルの個数とした

$$D_U = D \{ 1 + v (2 \log 2) b / N \}$$

により求まる値であり、

上記所定時間だけ過去の時間区間と上記現在の時間区間とが同一のフレームの時間区間である、符号化方法。

【請求項 16】

50

上記波形情報符号に対応するサンプル列は、上記波形情報符号を復号することにより得られるサンプル列を、合成フィルタに通して得られたものである、
請求項 1 2 から 1 5 の何れかの符号化方法。

【請求項 1 7】

所定時間区間ごとに、入力音響信号に対応する、固定符号帳からのサンプル列を特定するコードインデックス、ピッチ周期を特定するピッチ符号、および量子化済固定符号帳利得と量子化済ピッチ利得とに対応する利得符号、を得る符号化方法であって、

量子化済固定符号帳利得の候補またはその関数値と量子化済ピッチ利得の候補またはその関数値とインデックスとの組が複数個格納された利得符号帳を備え、上記複数個のインデックスにはビット数が異なるものが含まれており、時間区間ごとに、固定符号帳からのサンプル列を合成フィルタに通して得られるサンプル列 Z のそれぞれのサンプルに上記量子化済固定符号帳利得の候補 を乗算して得られるサンプル列 Z と、過去の励振信号を上記合成フィルタに通して得られるサンプル列 Y のそれぞれのサンプルに上記量子化済ピッチ利得の候補 を乗算して得られるサンプル列 Y と、を対応するサンプル毎に加算して得られる合成信号サンプル列 $Y + Z$ と入力音響信号 X との歪み D と、インデックスのビット数が大きいほど大きくなる係数と、を加算または乗算して得られる指標値 D_U が最も小さくなるインデックスを、利得符号として得る利得量子化ステップを有し、

上記指標値 D_U は、

所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より小さい場合には、現在の時間区間の w を予め定めた正の値 w_0 より小さな値とし、

上記所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より大きい場合には、上記現在の時間区間の w を予め定めた正の値 w_0 より大きな値とし、

b を上記インデックスのビット数とした

$$D_U = D (1 + w b)$$

により求まる値であり、

上記所定時間だけ過去の時間区間と上記現在の時間区間とが同一のフレームの時間区間である、符号化方法。

【請求項 1 8】

所定時間区間ごとに、入力音響信号に対応する、固定符号帳からのサンプル列を特定するコードインデックス、ピッチ周期を特定するピッチ符号、および量子化済固定符号帳利得と量子化済ピッチ利得とに対応する利得符号、を得る符号化方法であって、

量子化済固定符号帳利得の候補またはその関数値と量子化済ピッチ利得の候補またはその関数値とインデックスとの組が複数個格納された利得符号帳を備え、上記複数個のインデックスにはビット数が異なるものが含まれており、時間区間ごとに、固定符号帳からのサンプル列を合成フィルタに通して得られるサンプル列 Z のそれぞれのサンプルに上記量子化済固定符号帳利得の候補 を乗算して得られるサンプル列 Z と、過去の励振信号を上記合成フィルタに通して得られるサンプル列 Y のそれぞれのサンプルに上記量子化済ピッチ利得の候補 を乗算して得られるサンプル列 Y と、を対応するサンプル毎に加算して得られる合成信号サンプル列 $Y + Z$ と入力音響信号 X との歪み D と、インデックスのビット数が大きいほど大きくなる係数と、を加算または乗算して得られる指標値 D_U が最も小さくなるインデックスを、利得符号として得る利得量子化ステップを有し、

上記指標値 D_U は、

所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より小さい場合には、現在の時間区間の v を 1 より小さな値とし、

上記所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より大きい場合には、上記現在の時間区間の v を 1 より大きな値とし、

10

20

30

40

50

b を上記インデックスのビット数とし、N を上記時間区間の入力音響信号のサンプルの個数とした

$$D_u = D \{ 1 + v (2 \log 2) b / N \}$$

により求まる値であり、

上記所定時間だけ過去の時間区間と上記現在の時間区間とが同一のフレームの時間区間である、符号化方法。

【請求項 19】

入力音響信号を所定時間区間ごとに符号化する方法であって、

時間区間ごとに、上記入力音響信号に対応する線形予測係数またはこれと互換な係数を特定する符号である線形予測情報を得る線形予測ステップと、

時間区間ごとに、固定符号帳に含まれる複数のサンプル列のうち上記入力音響信号に対応するサンプル列を特定するコードインデックスを得る固定符号帳探索ステップと、

時間区間ごとに、上記入力音響信号に対応するピッチ周期を特定するピッチ符号を得る適応符号帳探索ステップと、

時間区間ごとに、量子化済固定符号帳利得と量子化済ピッチ利得とに対応する利得符号を得る利得量子化ステップと、

上記コードインデックスに対応する固定符号帳からのサンプル列のそれぞれのサンプルに上記量子化済固定符号帳利得を乗算して得られるサンプル列と、上記ピッチ周期に対応するサンプル数だけ過去の励振信号のサンプル列のそれぞれのサンプルに上記量子化済ピッチ利得を乗算して得られるサンプル列と、を対応するサンプル毎に加算した励振信号を適応符号帳に格納するステップと、を少なくとも備えており、

量子化済固定符号帳利得またはその関数値と量子化済ピッチ利得の候補またはその関数値とインデックスとの組が複数個格納された利得符号帳を備え、

上記複数個のインデックスにはビット数が異なるものが含まれており、

上記利得量子化ステップは、

時間区間ごとに、上記コードインデックスに対応する固定符号帳からのサンプル列を上記線形予測係数またはこれと互換な係数による合成フィルタに通して得られるサンプル列 Z のそれぞれのサンプルに上記量子化済固定符号帳利得の候補 を乗算して得られるサンプル列 Z と、上記ピッチ周期に対応するサンプル数だけ過去の励振信号を上記合成フィルタに通して得られるサンプル列 Y のそれぞれのサンプルに上記量子化済ピッチ利得の候補 を乗算して得られるサンプル列 Y と、を対応するサンプル毎に加算して得られる合成信号サンプル列 Y + Z と入力音響信号 X との歪み D と、インデックスのビット数が大きいほど大きくなる係数と、を加算または乗算して得られる指標値 D_u が最も小さくなるインデックスを、利得符号として得るものであり、

上記指標値 D_u は、

所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より小さい場合には、現在の時間区間の w を予め定めた正の値 w_0 より小さな値とし、

上記所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より大きい場合には、上記現在の時間区間の w を予め定めた正の値 w_0 より大きな値とし、

b を上記インデックスのビット数とした

$$D_u = D (1 + w b)$$

により求まる値であり、

上記所定時間だけ過去の時間区間と上記現在の時間区間とが同一のフレームの時間区間である、符号化方法。

【請求項 20】

入力音響信号を所定時間区間ごとに符号化する方法であって、

時間区間ごとに、上記入力音響信号に対応する線形予測係数またはこれと互換な係数を特定する符号である線形予測情報を得る線形予測ステップと、

10

20

30

40

50

時間区間ごとに、固定符号帳に含まれる複数のサンプル列のうち上記入力音響信号に対応するサンプル列を特定するコードインデックスを得る固定符号帳探索ステップと、

時間区間ごとに、上記入力音響信号に対応するピッチ周期を特定するピッチ符号を得る適応符号帳探索ステップと、

時間区間ごとに、量子化済固定符号帳利得と量子化済ピッチ利得とに対応する利得符号を得る利得量子化ステップと、

上記コードインデックスに対応する固定符号帳からのサンプル列のそれぞれのサンプルに上記量子化済固定符号帳利得を乗算して得られるサンプル列と、上記ピッチ周期に対応するサンプル数だけ過去の励振信号のサンプル列のそれぞれのサンプルに上記量子化済ピッチ利得を乗算して得られるサンプル列と、を対応するサンプル毎に加算した励振信号を適応符号帳に格納するステップと、を少なくとも備えており、

量子化済固定符号帳利得またはその関数値と量子化済ピッチ利得の候補またはその関数値とインデックスとの組が複数個格納された利得符号帳を備え、

上記複数個のインデックスにはビット数が異なるものが含まれており、

上記利得量子化ステップは、

時間区間ごとに、上記コードインデックスに対応する固定符号帳からのサンプル列を上記線形予測係数またはこれと互換な係数による合成フィルタに通して得られるサンプル列 Z のそれぞれのサンプルに上記量子化済固定符号帳利得の候補 を乗算して得られるサンプル列 Z と、上記ピッチ周期に対応するサンプル数だけ過去の励振信号を上記合成フィルタに通して得られるサンプル列 Y のそれぞれのサンプルに上記量子化済ピッチ利得の候補 を乗算して得られるサンプル列 Y と、を対応するサンプル毎に加算して得られる合成信号サンプル列 Y + Z と入力音響信号 X との歪み D と、インデックスのビット数が大きいほど大きくなる係数と、を加算または乗算して得られる指標値 D_U が最も小さくなるインデックスを、利得符号として得るものであり、

上記指標値 D_U は、

所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より小さい場合には、現在の時間区間の v を 1 より小さな値とし、

上記所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数が上記利得符号帳に格納されたインデックスの平均ビット数より大きい場合には、上記現在の時間区間の v を 1 より大きな値とし、

b を上記インデックスのビット数とし、N を上記時間区間の入力音響信号のサンプルの個数とした

$$D_U = D \{ 1 + v (2 \log 2) b / N \}$$

により求まる値であり、

上記所定時間だけ過去の時間区間と上記現在の時間区間とが同一のフレームの時間区間である、符号化方法。

【請求項 2 1】

利得符号帳が複数個備えられており、

上記利得量子化ステップは、w の値ごとに予め定められた利得符号帳を用いて利得符号を得るステップである、請求項 1 2、1 4、1 7、1 9 の何れかに記載の符号化方法。

【請求項 2 2】

利得符号帳が複数個備えられており、

上記利得量子化ステップは、v の値ごとに予め定められた利得符号帳を用いて利得符号を得るステップである、請求項 1 3、1 5、1 8、2 0 の何れかに記載の符号化方法。

【請求項 2 3】

請求項 1 から 1 1 の何れかの符号化装置としてコンピュータを機能させるためのプログラム。

【請求項 2 4】

請求項 1 から 1 1 の何れかの符号化装置としてコンピュータを機能させるためのプログ

10

20

30

40

50

ラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、音声、音楽等の音信号を符号化または復号する技術に関する。特に、CELP等の符号化技術で符号化された周期性成分の利得およびパルス性成分の利得を符号化または復号する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

従来は、CELP (Code Excited Linear Prediction) の符号化および復号において用いられる周期性成分の利得およびパルス性成分の利得は、符号誤りに対する耐性を強くするために固定長ビットが割り当てられて符号化および復号されていた(例えば、非特許文献1参照)。パルス性成分の利得については、利得そのものではなく過去のサブフレームからの予測値に対する比を符号化の対象とすることにより、利得の値の時間的な連続性を考慮して符号量の削減を行っていた。

10

【0003】

また、特許文献1では、周期性成分の利得から周期性成分の利得の値の時間的な連続性の有無を判定し、時間的な連続性があると予測された場合には周期性成分の利得の値の差分を可変長符号化することにより符号量の削減を行っていた。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】W02006/075605国際公開公報

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】3rd Generation Partnership Project(3GPP), Technical Specification (TS) 26.090, "AMR speech codec; Transcoding functions", Version 4.0.0 (2001-03)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0006】

非特許文献1に記載された符号化方法および復号方法では、周期性成分の利得およびパルス性成分の利得については、固定長での符号化および復号が行われていた。

しかしながら、非特許文献1に記載された符号化方法では、周期性成分の利得およびパルス性成分の利得の頻度に関する冗長性や周期性成分の利得の連続性について考慮することなく符号化および復号されており、符号化および復号の効率が良くないという問題があった。

【0007】

特許文献1には、周期性成分の利得の値の連続性や頻度を考慮して固定長または可変長の符号化および復号を行う技術が開示されている。

40

しかしながら、特許文献1に記載された可変長符号化および復号は、平均符号量を少なくすることを目的としたものであり、可変長符号化の際には歪みとインデックスの符号長の双方は考慮されていなかった。

【0008】

この発明の課題は、CELPなどの符号化方式で得られた利得を、符号帳を参照して符号化する際に、符号の長さ(情報量)と歪みの双方を考慮した、より効率が良い符号化装置、この方法、プログラムおよび記録媒体を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

符号化においては、利得に対応する符号帳の中から、最も好ましいインデックスを選択

50

するが、この際にこの符号を使うことで生じる波形の歪みだけでなくこの符号に割り当てられた符号長を考慮する。

【発明の効果】

【0010】

利得のベクトル量子化のために、予め出現頻度の高いインデックスに短い符号を割り当てるような可変長符号を使い、インデックスを選択する際に、インデックスの符号の長さを歪みに近似的に換算して歪み尺度を変形し、その変形した歪み尺度を利用する。歪みと符号の長さで最も好ましいバランスのインデックスを選択できる。これにより、従来技術よりも小さな平均ビットレートでありながら、平均の波形歪みについては従来技術とほぼ同じにすることができる。また、節約できた平均のビット数を例えばパルス成分符号化に

10

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】符号化装置の例の機能ブロック図。

【図2】復号装置の例の機能ブロック図。

【図3】符号化装置の例の機能ブロック図。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、この発明の一実施形態について、詳細に説明する。

20

【0013】

[第一実施形態]

<構成>

図1に例示するように、第一実施形態の符号化装置11は、線形予測分析部111、適応符号帳112、固定符号帳113、ピッチ分析部114(「適応符号帳探索部」に相当)、探索部115(「固定符号帳探索部」に相当)、聴覚重み付けフィルタ116、合成フィルタ117、利得量子化部118、およびパラメータ符号化部119を有する。

【0014】

図2に例示するように、第一実施形態の復号装置12は、適応符号帳122、固定符号帳123、固定符号帳選択部125、合成フィルタ127、およびパラメータ復号部129を有する。

30

【0015】

本形態の符号化装置11および復号装置12は、例えば、CPU(central processing unit)、RAM(random-access memory)、ROM(read-only memory)等を備えた公知のコンピュータまたは専用のコンピュータにプログラムやデータが読み込まれることで構成された特別な装置である。また、符号化装置11および復号装置12の処理部の少なくとも一部が集積回路等のハードウェアによって構成されていてもよい。

【0016】

<符号化>

符号化装置11には、デジタル化され、所定時間区間であるフレームの単位で区分された時系列信号である入力音響信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, L-1$ 、 L は2以上の整数、各 n を「サンプル点」と呼ぶ)が入力される。符号化装置11は、入力音響信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, L-1$)を以下のようにフレームごとに符号化する。

40

【0017】

線形予測分析部111は、処理対象のフレーム(「現フレーム」と呼ぶ)に属する各サンプル点 $n=0, \dots, L-1$ での入力音響信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, L-1$)の線形予測分析を行い、当該現フレームでの全極型の合成フィルタ117を特定するための係数の量子化値に対応する符号である線形予測情報LPC info(「予測パラメータ」に含まれる)を出力する。すなわち、線形予測分析部111は、フレームごとに、入力音響信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, L-1$)に対応する線形予測係数またはこれと互換な係数

50

を特定する符号である線形予測情報 $LPC\ info$ を得て出力する。例えば、線形予測分析部 111 は、現フレームの入力音響信号 $x(n)$ ($n = 0, \dots, L - 1$) に対応する線形予測係数 $a(m)$ ($m = 1, \dots, P$ 、 P は正の整数である線形予測次数) を算出し、線形予測係数 $a(m)$ ($m = 1, \dots, P$) を線スペクトル対係数 LSP に変換し、量子化した線スペクトル対係数 LSP に対応する符号を線形予測情報 $LPC\ info$ として出力する。

【0018】

固定符号帳 113 には、零でない単位パルスとその極性との組み合わせからなる値を持つ 1 個以上の信号と零値を持つ 1 個以上の信号とから構成される複数個のパルス系列(「サンプル列」に相当)を特定するための情報が格納される。固定符号帳 113 は、探索部 115 の制御に従い、1 フレームを区分したサブフレームごとに、入力音響信号 $x(n)$ に対応するパルス系列を出力する。ここでは 1 フレームが 4 個のサブフレームに等区分される例を示す。すなわち、 L 個のサンプル点 $0, \dots, L - 1$ からなるフレームは、サンプル点 $L_{f(0)}, \dots, L_{f(1)} - 1$ からなる 1 番目のサブフレーム(第 1 サブフレーム)、サンプル点 $L_{f(1)}, \dots, L_{f(2)} - 1$ からなる 2 番目のサブフレーム(第 2 サブフレーム)、サンプル点 $L_{f(2)}, \dots, L_{f(3)} - 1$ からなる 3 番目のサブフレーム(第 3 サブフレーム)、およびサンプル点 $L_{f(3)}, \dots, L_{f(4)} - 1$ からなる 4 番目のサブフレーム(第 4 サブフレーム)に区分される。 $L_{f(0)}, L_{f(1)}, L_{f(2)}, L_{f(3)}, L_{f(4)}$ は、 $L_{f(0)} = 0, L_{f(4)} = L, L_{f(0)} < L_{f(1)} < L_{f(2)} < L_{f(3)} < L_{f(4)}$ を満たす正整数である。第 1 - 4 サブフレームに対応するパルス系列 $c_{f1}, c_{f2}, c_{f3}, c_{f4}$ はそれぞれ以下のように表現される。

$$c_{f1} = (c_{f1}(L_{f(0)}), \dots, c_{f1}(L_{f(1)} - 1))$$

$$c_{f2} = (c_{f2}(L_{f(1)}), \dots, c_{f2}(L_{f(2)} - 1))$$

$$c_{f3} = (c_{f3}(L_{f(2)}), \dots, c_{f3}(L_{f(3)} - 1))$$

$$c_{f4} = (c_{f4}(L_{f(3)}), \dots, c_{f4}(L_{f(4)} - 1))$$

【0019】

ピッチ分析部 114 は、サブフレームごとに、入力音響信号 $x(n)$ ($n = 0, \dots, L - 1$) に対応するピッチ周期 T_1, T_2, T_3, T_4 を得て、当該ピッチ周期 T_1, T_2, T_3, T_4 と、当該ピッチ周期 T_1, T_2, T_3, T_4 を特定するピッチ符号(周期性成分符号) CT_1, CT_2, CT_3, CT_4 と、を出力する。各サブフレームのピッチ符号 CT_1, CT_2, CT_3, CT_4 はそれぞれ均一長であってもよいし、可変長であってもよい。 CT_1, CT_2, CT_3, CT_4 それぞれのビット数は、互いに同一であってもよいし、互いに異なっていてもよい。なお、ピッチ周期はピッチ符号を復号することにより得られる。そのため、ピッチ分析部 114 がピッチ周期を出力することは必須ではない。ピッチ周期は、サンプル点の間隔の整数倍のみで表現される場合(整数精度)のみならず、サンプル点の間隔の整数倍と小数値(分数値)とを用いて表現される場合(小数精度)もある。また、ピッチ分析部 114 は、探索部 115 で用いるために、サブフレームごとに、ピッチ利得 $g_{p1}, g_{p2}, g_{p3}, g_{p4}$ を求めて出力してもよい。

【0020】

入力音響信号 $x(n)$ ($n = 0, \dots, L - 1$) に対応するピッチ周期 T_1, T_2, T_3, T_4 、当該ピッチ周期 T_1, T_2, T_3, T_4 を特定するピッチ符号 CT_1, CT_2, CT_3, CT_4 の探索は、例えば、サブフレームごとに、適応符号帳 112 に記憶されている過去の各時点で生成された励振信号をピッチ周期の候補で遅延させて得られる信号に線形予測情報 $LPC\ info$ によって特定される全極型の合成フィルタ 117 を適用して得られる合成信号と、入力された入力音響信号との差分に、聴覚重み付けフィルタ 116 を適用した値が最小となるように行われる。

【0021】

ピッチ利得 $g_{p1}, g_{p2}, g_{p3}, g_{p4}$ は、例えば、サブフレームごとに、探索された当該ピッチ周期 T_1, T_2, T_3, T_4 に対応する合成信号と入力された入力音響信

10

20

30

40

50

号との相互相関値を合成信号の自己相関値で除算した値として求められる。

【 0 0 2 2 】

適応符号帳 1 1 2 には、過去の各時点で生成された励振信号が記憶されている。適応符号帳 1 1 2 は、第 1 - 4 サブフレームの各サブフレームで得られるピッチ周期 T_1, T_2, T_3, T_4 に応じて励振信号を遅延させて得られる適応信号成分 $v(n)$ ($n = 0, \dots, L - 1$) を出力する。小数精度のピッチ周期を用いて適応信号成分 $v(n)$ を表現する場合には、ピッチ周期に応じて遅延させた複数の励振信号に重み付き平均操作を行う補間フィルタが用いられる。

【 0 0 2 3 】

探索部 1 1 5 は、サブフレームごとに、入力音響信号 $x(n)$ ($n = 0, \dots, L - 1$) に対応するパルス系列 $c_{f1}, c_{f2}, c_{f3}, c_{f4}$ と、当該パルス系列 $c_{f1}, c_{f2}, c_{f3}, c_{f4}$ に対応するコードインデックス $C_{f1}, C_{f2}, C_{f3}, C_{f4}$ (入力音響信号 $x(n)$ ($n = 0, \dots, L - 1$) に対応するパルス系列 $c_{f1}, c_{f2}, c_{f3}, c_{f4}$ を特定するコードインデックス) と、を得て出力する。なお、パルス系列はコードインデックスを復号することにより得られるので、探索部 1 1 5 がパルス系列を出力することは必須ではない。

【 0 0 2 4 】

利得量子化部 1 1 8 には、入力音響信号 $x(n)$ ($n = 0, \dots, L - 1$) および合成信号 $x'(n)$ ($n = 0, \dots, L - 1$) が入力される。合成信号 $x'(n)$ ($n = 0, \dots, L - 1$) からなるサンプル列は、コードインデックスに対応するパルス系列を合成フィルタ 1 1 7 に通して得られるサンプル列のそれぞれのサンプルに、量子化された固定符号帳利得の候補を乗算して得られるサンプル列と、ピッチ符号に対応するピッチ周期に対応するサンプル数だけ過去の励振信号を合成フィルタ 1 1 7 に通して得られるサンプル列のそれぞれのサンプルに、量子化されたピッチ利得の候補を乗算して得られるサンプル列と、を対応するサンプル毎に加算して得られる。利得量子化部 1 1 8 は、これらを用いてベクトル量子化を行い、すなわちサブフレームごとに、入力音響信号と合成信号の歪が最も小さくなるように、量子化されたピッチ利得またはその関数値と量子化された固定符号帳利得またはその関数値との組に対応する符号を得て出力する。以下では、量子化されたピッチ利得を「量子化済ピッチ利得」と表現し、量子化された固定符号帳利得を「量子化済固定符号帳利得」と表現する。また量子化済ピッチ利得 g_{p1}^{\wedge} と量子化済固定符号帳利得 g_{c1}^{\wedge} の組に対応する符号、量子化済ピッチ利得 g_{p2}^{\wedge} と量子化済固定符号帳利得 g_{c2}^{\wedge} の組に対応する符号、量子化済ピッチ利得 g_{p3}^{\wedge} と量子化済固定符号帳利得 g_{c3}^{\wedge} の組に対応する符号、量子化済ピッチ利得 g_{p4}^{\wedge} と量子化済固定符号帳利得 g_{c4}^{\wedge} の組に対応する符号を「利得符号 $GA_{f1}, GA_{f2}, GA_{f3}, GA_{f4}$ 」と表現する。すなわち、利得量子化部 1 1 8 は、第 1 から第 4 のサブフレームのそれぞれ (第 j サブフレーム) について、量子化済ピッチ利得 g_{pj}^{\wedge} と量子化済固定符号帳利得 g_{cj}^{\wedge} の組を特定する利得符号 GA_{fj} を得て出力する。

【 0 0 2 5 】

このようなベクトル量子化には、例えば、量子化済ピッチ利得と量子化済固定符号帳利得との組に対応する利得符号を特定するためのテーブルである利得符号帳が用いられる。利得符号帳の例は、量子化済ピッチ利得の候補と量子化済固定符号帳利得の候補とインデックスとの組が複数個格納されたテーブルである。なお、量子化済ピッチ利得に代えて量子化済ピッチ利得の関数値をベクトル量子化の対象としてもよいし、量子化済固定符号帳利得に代えて量子化済固定符号帳利得の関数値をベクトル量子化の対象としてもよいが、以下では量子化済ピッチ利得そのものと量子化済固定符号帳利得そのものをベクトル量子化の対象とする例について説明する。

【 0 0 2 6 】

量子化済固定符号帳利得の関数値の一例は、過去または現在のサブフレーム (またはフレーム) での固定符号帳 1 1 3 からの信号成分のエネルギーを基に予測された現在のサブフレーム (またはフレーム) での固定符号帳利得の推定値と、現在のサブフレーム (また

10

20

30

40

50

はフレーム)での固定符号帳利得との比を表す補正係数 (correction factor) などである。補正係数の例は、非特許文献1の「5.8.2 Quantization of codebook gains」の欄に記載された g_c である。例えば、 j ($j = 1, \dots, 4$) 番目のサブフレームでの量子化済固定符号帳利得 $g_{c_j}^{\wedge}$ 、補正係数 g_c の量子化値 g_c^{\wedge} 、 j ($j = 1, \dots, 4$) 番目のサブフレームでの固定符号帳利得の推定値の量子化値 $pg_{c_j}^{\wedge}$ の間には、以下の関係が成り立つ。

$$g_{c_j}^{\wedge} = g_c^{\wedge} \times pg_{c_j}^{\wedge}$$

【0027】

< 利得量子化部118が行うベクトル量子化 >

利得量子化部118が行うベクトル量子化は、サブフレーム毎に、入力された入力音響信号 $x(n)$ ($n = 0, \dots, L-1$) および合成信号 $x'(n)$ ($n = 0, \dots, L-1$) に対して、利得符号帳に格納された複数個のインデックスのうちの何れか1つを選択し、それを利得符号とするものである。本発明は、この選択する処理に特徴があるので、以下でその[原理]と[具体的な手順の例]について順に説明する。

【0028】

[原理]

本発明の利得量子化が行うベクトル量子化では、利得符号帳のインデックスとして可変長符号が割り当てられる。本発明でのインデックスの選択は、符号化歪み(以下「歪み」という)を最小とする基準に基づいてなされるのではなく、歪みとインデックスのビット数(符号長、情報量)とのバランスを考慮した基準に基づいてなされる。以下、この基準について説明する。

【0029】

一般に、 N 個($N-1$)のサンプルが符号化される場合、歪み D_g と1サンプルあたりの符号(インデックス)のビット数 g/N との間には、以下の近似が成り立つ。

$$D_g = D_0 2^{(-2g/N)} \dots (1)$$

ただし、符号化対象の N 個のサンプルと、当該 N 個のサンプルに対応する符号が復号された場合に得られる N 個の復元サンプルとの間の二乗距離を歪みと定義する。 D_0 は1サンプルあたりの符号のビット数が0である場合の歪みである。

このような関係は、サンプルの振幅が様に分布する場合、1サンプルあたりの符号のビット数 g/N が1ビット増えると歪み D_g は $1/4$ になること、および、サンプルの振幅がどのような分布に従う場合であっても、符号のビット数 g がある程度以上ならほぼ同様のことがいえることに基づく。

【0030】

よって、歪みの変化率 D_g / D_0 は以下のように近似できる。

$$D_g / D_0 = 2^{(-2g/N)} \dots (2)$$

これを底10の対数に変換してdB表現すると以下ようになる。

$$\begin{aligned} & 10 \log_{10}(D_g / D_0) \\ &= 10 \log_{10}(2^{(-2g/N)}) \\ &= 10(-2g/N) \log_{10}(2) \\ &= -6.02(g/N) \dots (3) \end{aligned}$$

すなわち、一般的に歪みの変化率 D_g / D_0 の対数は1個のサンプルあたりの符号のビット数 g/N に比例する。例えば $N = 64$ の場合、64個のサンプルあたりの符号のビット数 g が1ビット増加すると歪みの変化率 D_g / D_0 は約0.1dB改善される。実験でもこれと同様な結果が得られる。

【0031】

以上のように、式(1)は歪み D_g と1サンプルあたりの符号のビット数 g/N との一般的な関係を近似している。利得符号帳中のあるインデックスに対応する量子化済ピッチ利得の候補と量子化済固定符号帳利得の候補を使うことによって生ずる歪みを D とし、そのインデックスのビット数を b とする。 b が小さいと符号化装置全体として出力するビット数が小さくできたり、符号化装置が出力する符号の平均ビット数またはある時間区間内

10

20

30

40

50

でビット数が一定である制約のもとに、節約できたビットを後続のフレームで利用して後続フレームの歪みを小さくできるという利点がある。従来はDを最小化する基準で選択したインデックスを利得符号としたが、本願では歪みとビット数を1つの指標値で評価して、最適なインデックスを利得符号として選択する。このために、式(1)の関係とこのフレームで一定のビット数のもとに利得量子化で節約できたビットを入力音響信号の符号化に割り当てることを想定する。利得符号にbビットを使うと、(b-1)ビットの場合より、入力音響信号の符号化で使うビット数は1ビット削減する必要がある、式(1)から歪みは $2^{(2/N)}$ 倍だけ増加する。したがって、利得符号にbビットを使うと歪みは $2^{(2b/N)}$ 倍だけ増加することになる。このようなビット数の消費を歪みに換算した歪みを D_U として式(4)で定義する。

$$D_U = D \times 2^{(2b/N)} \quad \dots (4)$$

歪みDが小さいほど D_U は小さくなり、インデックスを指定するビット数bが小さいほど D_U は小さくなる。 D_U が最小となる符号を探索することで、歪みDおよびインデックスのビット数bを1つの指標値で評価して利得符号を選択することができる。以下、 D_U を指標値と呼ぶ。

【0032】

式(4)の代わりに、以下の指標値 D_U が最小となる符号が探索されてもよい。

$$D_U = 10 \log_{10}(D \times 2^{(2b/N)}) = 10 \log_{10}(D) + (20b/N) \log_{10}(2) \quad \dots (5)$$

【0033】

式(4)の指数部 $2b/N$ の値は非常に小さいため、式(4)の指数関数部をテイラー展開し($e^x = 1 + x + x^2/2 + x^3/6 + \dots$)、それによって得られる多項式の2項以降を省略してもよい近似となる。従って、以下の指標値 D_U が最小となる符号が探索されてもよい。

【数1】

$$\begin{aligned} D_U &= D \times 2^{(2b/N)} \\ &= D \times e^{\left(\frac{2(\log 2)b}{N}\right)} \\ &\approx D \left(1 + \frac{2(\log 2)b}{N}\right) \quad \dots (6) \end{aligned}$$

式(6)は上記のようないろいろな仮定と近似に基づいており、一般にはを正の値である定数として式(7)のような指標値とし、は符号化装置全体の制約や目的に合わせた実験に基づく値とすることが好ましい。

$$D_U = D(1 + b) \quad \dots (7)$$

要するに、指標値 D_U は上述のものに限定されず、歪みDと、インデックスのビット数bが大きいほど大きくなる係数と、を加算または乗算して得られる値が指標値 D_U とされ、指標値 D_U が最小となる符号が探索されればよい。

【0034】

[具体的な手順の例]

上記の原理に基づいて利得量子化部118が行うベクトル量子化の具体的な手順を例示する。

利得量子化部118は、量子化済ピッチ利得の候補と量子化済固定符号帳利得の候補との組を、可変長符号化(例えばハフマン符号化)し、利得符号であるインデックスを得る。例えば、利得量子化部118は、量子化済ピッチ利得の候補と量子化済固定符号帳利得の候補と可変長符号であるインデックスとの組が複数個格納された利得符号帳を備え、上述の基準に従い、入力音響信号 $x(n)$ ($n = 0, \dots, L-1$)に対応する利得符号であるインデックスを得る。

【0035】

10

20

30

40

50

可変長符号は、例えば、学習用データを量子化した結果から得られる。具体的には、可変長符号は、学習用データのピッチ利得と固定符号帳利得の組をベクトル量子化した際に、量子化済ピッチ利得の候補と量子化済固定符号帳利得の候補との組が選択された頻度に応じて予め割り当てられたものである。選択された頻度の高い量子化済ピッチ利得の候補と量子化済固定符号帳利得の候補との組にはビット数の小さなインデックス（短い符号）が割り当てられ、選択された頻度の低い量子化済ピッチ利得の候補と量子化済固定符号帳利得の候補との組にはビット数の大きなインデックス（長い符号）が割り当てられる。すなわち、利得符号帳に格納された複数個のインデックスにはビット数が異なるものが含まれる。このようなインデックスの例はハフマン符号である。しかしながら、その他の可変長符号がインデックスとして用いられてもよい。なお、各インデックスのビット数を定めるための上記頻度は、学習用データを用いなくとも選択される量子化済ピッチ利得の候補と量子化済固定符号帳利得の候補との組の頻度はある程度予想できるため、学習用データを用いることなく上記の頻度を予想して量子化済ピッチ利得の候補と量子化済固定符号帳利得の候補との組に可変長符号を割り当ててもよい。

10

【 0 0 3 6 】

以下に利得符号帳の具体例を示す。

【表 1】

量子化済ピッチ利得の候補 α	量子化済固定符号帳利得の候補 β	インデックス	ビット数 b
0.1	0.75	100000	6
0.25	0.65	100001	6
0.3	0.6	100	3
...
1.2	1.1	00	2

20

表 1 は、インデックスがハフマン符号であり、インデックスのビット数も利得符号帳に格納する場合の利得符号帳の例である。表 1 ではその一部を省略してあるが、表 1 の利得符号帳には、量子化済ピッチ利得の候補と量子化済固定符号帳利得の候補とインデックスと当該インデックスのビット数とによる組が 3 2 組格納されている。

30

【 0 0 3 7 】

利得量子化部 1 1 8 は、N 個のサンプル点からなるサブフレーム（時間区間）ごとに、コードインデックスに対応するパルス系列（固定符号帳 1 1 3 からのサンプル列）を合成フィルタ 1 1 7 に通して得られるサンプル列 Z のそれぞれのサンプルに、量子化済固定符号帳利得の候補 を乗算して得られるサンプル列 Z と、ピッチ符号に対応するピッチ周期に対応するサンプル数だけ過去の励振信号を合成フィルタ 1 1 7 に通して得られるサンプル列 Y のそれぞれのサンプルに、量子化済ピッチ利得の候補 を乗算して得られるサンプル列 Y と、を対応するサンプル毎に加算して得られる合成信号サンプル列 Y + Z と入力音響信号 X との歪み D と、インデックスのビット数 b が大きいほど大きくなる係数と、を加算または乗算して得られる指標値 D_U が最も小さくなるインデックスを、利得符号として得て出力する。例えば、第 j サブフレームの合成信号サンプル列 Y + Z は、第 j サブフレームに属する N 個のサンプル点 n の合成信号 $x'(n) = g_{p_j} \wedge \times v(n) + g_{c_j} \wedge \times c_{f_j}(n)$ からなるサンプル列である。ただし、 $g_{p_j} \wedge =$ かつ $g_{c_j} \wedge =$ である。例えば、第 j サブフレームの入力音響信号 X は、第 j サブフレームに属する N 個のサンプル点 n の入力音響信号 $x(n)$ からなるサンプル列である。例えば、利得量子化部 1 1 8 は、各インデックスに対応する $g_{p_j} \wedge =$ および $g_{c_j} \wedge =$ を出力し、第 j サブフレームに属する N 個のサンプル点 n の合成信号 $x'(n)$ からなるサンプル列、および、第 j サブフレームに属する N 個のサンプル点 n の入力音響信号 $x(n)$ からなるサンプル列を得て、第 j サブフレームの指標値 D_U を各インデックスについて計算し、指標値 D_U が最も小さくなるインデックスを、第 j サブフレームの利得符号として得て出力す

40

50

る。各指標値 D_U に対応する量子化済ピッチ利得の候補 と量子化済固定符号帳利得の候補 とインデックスとの組は、それぞれ、利得符号帳に格納された量子化済ピッチ利得の候補と量子化済固定符号帳利得の候補とインデックスとの組の何れかである。利得符号帳に量子化済ピッチ利得の候補の関数値が格納されている場合は、量子化済ピッチ利得の候補の関数値から求まる量子化済ピッチ利得の候補を とすればよい。同様に、利得符号帳に量子化済固定符号帳利得の候補の関数値が格納されている場合は、量子化済固定符号帳利得の候補の関数値から求まる量子化済固定符号帳利得の候補を とすればよい。サンプル列 Z に含まれるサンプルの個数、サンプル列 Y に含まれるサンプルの個数、および合成信号サンプル列 $Y + Z$ に含まれるサンプルの個数は、すべて N 個である。合成フィルタ 117 は、あるサンプル点 n のサンプル (n) を、そのサンプル点 n よりも過去の P 個のサンプル点 $n - 1, n - 2, \dots, n - P$ のサンプル $(n - 1), (n - 2), \dots, (n - P)$ に線形予測係数 $a(n - 1), a(n - 2), \dots, a(n - P)$ を乗算した値 $a(n - 1) \times (n - 1), a(n - 2) \times (n - 2), \dots, a(n - P) \times (n - P)$ の和で表す線形 FIR (Finite Impulse Response) フィルタである。以下に合成フィルタ 117 を表す。

10

$$(n) = a(1) \times (n-1) + a(2) \times (n-2) + \dots + a(P) \times (n-P)$$

例えば、サンプル列 A を合成フィルタ 117 に通してサンプル列 C が得られる場合、サンプル列 A に含まれるサンプルが $(n - 1), (n - 2), \dots, (n - P)$ の少なくとも一部となり、 (n) がサンプル列 C のサンプル点 n でのサンプルとなる。 $(n - 1), (n - 2), \dots, (n - P)$ の少なくとも一部がサンプル列 A よりも過去のサンプル点に対応する場合、例えば、当該 $(n - 1), (n - 2), \dots, (n - P)$ の少なくとも一部はサンプル列 A より過去のサンプル列に含まれるサンプルとされる。あるいは、サンプル列 A よりも過去のサンプル列が存在しない場合、当該当該 $(n - 1), (n - 2), \dots, (n - P)$ の少なくとも一部は 0 などの定数とされる。

20

【0038】

以下に指標値 D_U の具体例を示す。

サブフレームが N 個のサンプル点 $S, \dots, S + N - 1$ (S は 0 以上の整数) からなり、サブフレームに属する入力音響信号 X をベクトル $X = (x(S), \dots, x(S + N - 1))$ と表現し、サンプル列 Z をベクトル $Z = (z(S), \dots, z(S + N - 1))$ と表現し、サンプル列 Y をベクトル $Y = (y(S), \dots, y(S + N - 1))$ と表現し、サンプル列 $Y + Z$ と入力音響信号 X との二乗誤差を歪み D と定義すると、歪み D は以下のように表される。ただし、 T は の転置を表す。

30

【数2】

$$D = (X - \alpha Y - \beta Z)^T (X - \alpha Y - \beta Z) = \sum_{n=S}^{S+N-1} (x(n) - \alpha y(n) - \beta z(n))^2 \quad \dots(8)$$

【0039】

例えば、前述した 1 フレームが 4 個のサブフレームに等区分される例の場合、第 j サブフレーム ($j = 1, \dots, 4$) は、 $N = L_f(j) - L_f(j - 1)$ 個のサンプル点 $L_f(j - 1), \dots, L_f(j) - 1$ からなる。ここで、第 j サブフレームでの入力音響信号 X をベクトル $X_j = (x(L_f(j - 1)), \dots, x(L_f(j) - 1))$ と表現する。また、第 j サブフレームでの固定符号帳 113 からのパルス系列 $c_{fj} = (c_{fj}(L_f(j - 1)), \dots, c_{fj}(L_f(j) - 1))$ を合成フィルタ 117 に通して得られるサンプル列 Z を $Z_j = (z(L_f(j - 1)), \dots, z(L_f(j) - 1))$ と表現する。さらに、第 j サブフレームでの適応信号成分 (過去の励振信号) $v(L_f(j - 1)), \dots, v(L_f(j) - 1)$ を合成フィルタ 117 に通して得られるサンプル列 Y をベクトル $Y = (y(L_f(j - 1)), \dots, y(L_f(j) - 1))$ と表現する。すると、第 j サブフレームでの歪み D は以下のように表される。

40

50

【数3】

$$D = (X_j - \alpha Y_j - \beta Z_j)^T (X_j - \alpha Y_j - \beta Z_j) \\ = \sum_{n=L_f(j-1)}^{L_f(j)-1} (x(n) - \alpha y(n) - \beta z(n))^2 \quad \dots(9)$$

【0040】

指標値 D_U の例は、前述の式(4)または式(5)または式(7)であってもよいし、式(6)で近似された以下の指標値 D_U であってもよい。

【数4】

$$D_U = D \left(1 + \frac{2(\log 2)b}{N} \right) \quad \dots(10)$$

10

【0041】

歪み D は符号化歪みであり、 D_U は歪みと利得符号のビット数 b (符号長) の双方を考慮した指標値である。すなわち、歪み D が最小となるインデックスを利得符号として選択するのが従来の選択方法であり、指標値 D_U が最小となるインデックスを利得符号として選択するのが本発明での選択方法である。本発明では、歪み D と利得符号のビット数 b (符号長) の双方を考慮して利得符号が選択される。

【0042】

なお、表1のように、利得符号帳に各インデックスとそのビット数 b とが対応付けられて格納されていれば、利得量子化部118は、インデックスからそのビット数 b を算出することなく指標値 D_U を計算できる。しかしながら、利得符号帳にビット数 b が格納されていなくても、利得量子化部118は、インデックスからそのビット数を計算して指標値 D_U を計算できる。そのため、各インデックスのビット数 b を利得符号帳に格納しておくことは必須ではない。

20

【0043】

[指標値の変形例1]

或いは、利得量子化部118が、以下の指標値 D_U を最小にする量子化済ピッチ利得の候補と量子化済固定符号帳利得の候補とに対応するインデックスを利得符号帳から探索し、得られたインデックスを利得符号として出力してもよい。

30

【数5】

$$D_U = D \left(1 + \frac{(2 \log 2)(b - B)}{N} \right) \\ = D \left(1 - \frac{(2 \log 2)(B)}{N} + \frac{(2 \log 2)b}{N} \right) \quad \dots(11)$$

ただし、 B は利得符号帳に格納された全ての量子化済ピッチ利得の候補と量子化済固定符号帳利得の候補の組を均一長符号化するために必要な符号のビット数である。例えば、表1に例示した利得符号帳は $32 = 2^5$ 個のインデックスを含み、この場合の B の例は5である。表1に例示した利得符号帳を用いた可変長符号化でビット数が b のインデックスが利得符号とされた場合は、均一長符号化を可変長符号化に変更したことにより余った $(B - b)$ ビットを使って入力音響信号を更に符号化することができ、歪を軽減できることを想定する。実際は $(B - b)$ ビットが正であれば情報の節約ができ、あるいは次のサブフレーム以降で使うことができるが、式(11)は、利得符号帳の選択の基準として均一長符号より可変長符号のほうがビット数が少ないことを歪に換算して評価するものである。式(11)の $(2 \log 2) B / N$ の項は1と比較して非常に小さい。従って、近似的には式(10)および式(11)の指標値 D_U の間に大きな違いはない。

40

【0044】

[指標値の変形例2]

50

或いは、利得量子化部 118 が、以下の指標値 D_U を最小にする量子化済ピッチ利得の候補と量子化済固定符号帳利得の候補とに対応するインデックスを利得符号帳から探索し、得られたインデックスを利得符号として出力してもよい。

【数 6】

$$D_U = D \left(1 + v \frac{(2 \log 2)(b)}{N} \right) \quad \dots(12)$$

ただし、 v は正の係数である。

【0045】

言い換えると、利得量子化部 118 が、式 (10) の括弧内の第 2 項、すなわち、インデックスのビット数 b が大きくなるほど大きくなる項、に正の値である係数 v を乗算して得られる式 (12) により求まる指標値 D_U を最小にする量子化済ピッチ利得の候補と量子化済固定符号帳利得の候補とに対応するインデックスを利得符号帳から探索し、得られたインデックスを利得符号として出力してもよい。

10

【0046】

式 (12) の指標値 D_U が用いられる場合、係数 v を調整することで、サブフレームごとの利得符号のビット数の大小を調整できる。このような調整は、例えば、パラメータ符号化部 119 から出力されるビットストリームのビット数がフレームごとに定められている場合などに有効である。このような調整は、所定時間だけ過去の時間区間（例えばサブフレーム）で得られた利得符号のビット数がインデックスの平均ビット数より小さい場合には、現在の時間区間（例えばサブフレーム）の v を 1 より小さな値とし、所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数がインデックスの平均ビット数より大きい場合には、現在の時間区間の v を 1 より大きな値とすることによって可能である。

20

【0047】

例えば、利得量子化部 118 は、第 1 サブフレームで $v = 1$ とした式 (12) により求まる指標値 D_U を最小とするインデックスを利得符号として選択する。その結果、第 1 サブフレームでビット数が平均ビット数よりも小さいインデックスが利得符号として選択された場合には、残りのサブフレームに割り当てることができるビット数が平均よりも大きくなる。そこで、第 2 サブフレームでは、 $v = 0.5$ とした式 (12) により求まる指標値 D_U を最小とするインデックスが利得符号として選択される。すなわち、第 2 サブフレームでは、インデックスのビット数を小さくすることよりも歪み D を小さくすることを優先してインデックスが選択される。逆に第 1 サブフレームでビット数が平均ビット数よりも大きいインデックスが利得符号として選択された場合には、残りのサブフレームに割り当てることができるビット数が平均よりも小さくなる。そこで、第 2 サブフレームでは、 $v = 2.0$ とした式 (12) により求まる指標値 D_U を最小とするインデックスが利得符号として選択される。すなわち、第 2 サブフレームでは、歪み D を小さくすることよりもインデックスのビット数を小さくすることを優先してインデックスが選択される。

30

【0048】

係数 v が異なれば、それに対応する最適な利得符号帳も異なる。そのため、利得量子化部 118 が、利得符号帳を複数個備え、各係数 v の値ごとに予め定められた利得符号帳を用いて利得符号を得て出力してもよい。例えば、 $v = 1$ に対応する利得符号帳、 $v = 2$ に対応する利得符号帳、 $v = 0.5$ に対応する利得符号帳、の複数個の符号帳を予め利得量子化部 118 に格納しておき、 v の値に対応する利得符号帳が選択され、選択された利得符号帳から指標値 D_U を最小とするインデックスが選択され、それが利得符号として出力されてもよい。この場合、利得符号帳の選択基準は、符号化装置 11 と復号装置 12 との間で同一とする。

40

【0049】

式 (5) で求まる指標値 D_U に代えて式 (6) で求まる指標値 D_U を用いることができるのと同様に、式 (12) で求まる指標値 D_U に代えて式 (13) で求まる指標値 D_U を用いることができる。

50

$$D_U = D(1 + v \cdot b) \quad \dots (13)$$

ここで、 b は正の定数、 v は正の係数であるので、 v に相当する正の係数を w とすれば、式 (14) で求まる指標値 D_U を用いることができる。

$$D_U = D(1 + wb) \quad \dots (14)$$

【0050】

式 (14) の指標値 D_U が用いられる場合、係数 w を調整することで、サブフレームごとの利得符号のビット数の大きさを調整できる。この調整は、所定時間だけ過去の時間区間（例えばサブフレーム）で得られた利得符号のビット数がインデックスの平均ビット数より小さい場合には、現在の時間区間（例えばサブフレーム）の w を予め定めた値 w_0 より小さな値とし、所定時間だけ過去の時間区間で得られた利得符号のビット数がインデックスの平均ビット数より大きい場合には、現在の時間区間の w を予め定めた値 w_0 より大きな値とすることによって可能である。

例えば、利得量子化部 118 は、第 1 サブフレームで $w = w_0$ とした式 (14) により求まる指標値 D_U を最小とするインデックスを利得符号として選択する。その結果、第 1 サブフレームでビット数が平均ビット数よりも小さいインデックスが利得符号として選択された場合には、残りのサブフレームに割り当てることができるビット数が平均よりも大きくなる。そこで、第 2 サブフレームでは、 $w = 0.5 w_0$ とした式 (14) により求まる指標値 D_U を最小とするインデックスが利得符号として選択される。逆に第 1 サブフレームでビット数が平均ビット数よりも大きいインデックスが利得符号として選択された場合には、残りのサブフレームに割り当てることができるビット数が平均よりも小さくなる。そこで、第 2 サブフレームでは、 $w = 2.0 w_0$ とした式 (14) により求まる指標値 D_U を最小とするインデックスが利得符号として選択される。上述した係数 v を用いる場合と同様に、係数 w を用いる場合も、利得量子化部 118 が、利得符号帳を複数個備え、各係数 w の値ごとに予め定められた利得符号帳を用いて利得符号を得て出力してもよい。この場合も、利得符号帳の選択基準は、符号化装置 11 と復号装置 12 との間で同一とする（< 利得量子化部 118 が行うベクトル量子化 > の説明終わり）。

【0051】

利得量子化部 118 で各サブフレームでの利得符号 GA_{f1} , GA_{f2} , GA_{f3} , GA_{f4} が得られると、コードインデックス C_{f1} , C_{f2} , C_{f3} , C_{f4} に対応するパルス系列 c_{f1} , c_{f2} , c_{f3} , c_{f4} （固定符号帳 113 からのサンプル列）に量子化済固定符号帳利得 g_{c1}^{\wedge} , g_{c2}^{\wedge} , g_{c3}^{\wedge} , g_{c4}^{\wedge} を乗算して得られるサンプル列と、サブフレームごとにピッチ周期 T_1 , T_2 , T_3 , T_4 に対応するサンプル数だけ過去の励振信号である適応信号成分 $v(n)$ ($n = 0, \dots, L - 1$) に量子化済ピッチ利得 g_{p1}^{\wedge} , g_{p2}^{\wedge} , g_{p3}^{\wedge} , g_{p4}^{\wedge} を乗算して得られるサンプル列と、を対応するサンプル毎に加算した以下のような励振信号 $u'(n)$ ($n = 0, \dots, L - 1$) が、適応符号帳 112 に追加される。

$$\begin{aligned} u'(n) &= g_{p1}^{\wedge} \times v(n) + g_{c1}^{\wedge} \times c_{f1}(n) \quad (n = L_{f(0)}, \dots, L_{f(1)} - 1) \\ u'(n) &= g_{p2}^{\wedge} \times v(n) + g_{c2}^{\wedge} \times c_{f2}(n) \quad (n = L_{f(1)}, \dots, L_{f(2)} - 1) \\ u'(n) &= g_{p3}^{\wedge} \times v(n) + g_{c3}^{\wedge} \times c_{f3}(n) \quad (n = L_{f(2)}, \dots, L_{f(3)} - 1) \\ u'(n) &= g_{p4}^{\wedge} \times v(n) + g_{c4}^{\wedge} \times c_{f4}(n) \quad (n = L_{f(3)}, \dots, L_{f(4)} - 1) \end{aligned}$$

【0052】

また、線形予測情報 LPC_{info} 、ピッチ周期符号 CT_1 , CT_2 , CT_3 , CT_4 、コードインデックス C_{f1} , C_{f2} , C_{f3} , C_{f4} 、および利得符号 GA_{f1} , GA_{f2} , GA_{f3} , GA_{f4} を含む「励振パラメータ」がパラメータ符号化部 119 に入力される。パラメータ符号化部 119 は、励振パラメータに対応する符号であるビットストリーム BS （符号）を生成して出力する。

【0053】

< 復号 >

符号化装置 11（図 1）のパラメータ符号化部 119 から出力されたビットストリーム BS は、入力符号として復号装置 12（図 2）のパラメータ復号部 129 に入力される。

パラメータ復号部 129 は、ビットストリーム BS から得られた線形予測情報 LPC info、ピッチ周期符号 CT_1, CT_2, CT_3, CT_4 を復号して得られたピッチ周期 T_1', T_2', T_3', T_4' 、コードインデックス $C_{f1}, C_{f2}, C_{f3}, C_{f4}$ 、ならびに利得符号 $GA_{f1}, GA_{f2}, GA_{f3}, GA_{f4}$ を復号して得られた復号ピッチ利得 $g_{p1}^{\wedge}, g_{p2}^{\wedge}, g_{p3}^{\wedge}, g_{p4}^{\wedge}$ および復号固定符号帳利得 $g_{c1}^{\wedge}, g_{c2}^{\wedge}, g_{c3}^{\wedge}, g_{c4}^{\wedge}$ を出力する。なお、パラメータ復号部 129 は、符号化装置 11 の利得量子化部 118 に備えられた利得符号帳と同じ符号帳（例えば、表 1）を用いて利得符号 $GA_{f1}, GA_{f2}, GA_{f3}, GA_{f4}$ を可変長復号し、復号ピッチ利得 $g_{p1}^{\wedge}, g_{p2}^{\wedge}, g_{p3}^{\wedge}, g_{p4}^{\wedge}$ および復号固定符号帳利得 $g_{c1}^{\wedge}, g_{c2}^{\wedge}, g_{c3}^{\wedge}, g_{c4}^{\wedge}$ を得る。

10

【0054】

固定符号帳 123 は、固定符号帳選択部 125 の制御に基づき、入力されたコードインデックス $C_{f1}, C_{f2}, C_{f3}, C_{f4}$ を復号し、当該フレームに対応するパルス系列 $C_{f1}, C_{f2}, C_{f3}, C_{f4}$ を得て出力する。適応符号帳 122 は、入力されたピッチ周期 T_1', T_2', T_3', T_4' で特定される適応信号成分 $v'(n)$ ($n = 0, \dots, L-1$) を出力する。

【0055】

パルス系列 $C_{f1}, C_{f2}, C_{f3}, C_{f4}$ に復号固定符号帳利得 $g_{c1}^{\wedge}, g_{c2}^{\wedge}, g_{c3}^{\wedge}, g_{c4}^{\wedge}$ を乗算して得られるサンプル列と、適応信号成分 $v'(n)$ ($n = 0, \dots, L-1$) に復号ピッチ利得 $g_{p1}^{\wedge}, g_{p2}^{\wedge}, g_{p3}^{\wedge}, g_{p4}^{\wedge}$ を乗算して得られるサンプル列と、を対応するサンプル毎に加算した以下のような励振信号 $u'(n)$ ($n = 0, \dots, L-1$) が、適応符号帳 122 に追加される。

20

$$u'(n) = g_{p1}^{\wedge} \times v'(n) + g_{c1}^{\wedge} \times c_{f1}(n) \quad (n = L_{f(0)}, \dots, L_{f(1)} - 1)$$

$$u'(n) = g_{p2}^{\wedge} \times v'(n) + g_{c2}^{\wedge} \times c_{f2}(n) \quad (n = L_{f(1)}, \dots, L_{f(2)} - 1)$$

$$u'(n) = g_{p3}^{\wedge} \times v'(n) + g_{c3}^{\wedge} \times c_{f3}(n) \quad (n = L_{f(2)}, \dots, L_{f(3)} - 1)$$

$$u'(n) = g_{p4}^{\wedge} \times v'(n) + g_{c4}^{\wedge} \times c_{f4}(n) \quad (n = L_{f(3)}, \dots, L_{f(4)} - 1)$$

また、励振信号 $u'(n)$ ($n = 0, \dots, L-1$) に、線形予測情報 LPC info によって特定される全極型の合成フィルタ 127 が適用され、それによって生成された合成信号 $x'(n)$ ($n = 0, \dots, L-1$) が出力される。

【0056】

30

< その他の変形例等 >

本発明は上述の実施形態に限定されるものではない。例えば、上述の実施形態では、線形予測残差信号を固定符号帳と適応符号帳と利得符号帳を用いて符号化する、いわゆる CELP 符号化における利得の符号化に本発明を適用する例を示した。しかしながら、線形予測残差信号ではなく入力音響信号そのものを符号化対象とするものであっても、音響信号ではない時系列信号を符号化対象とするものであっても、固定符号帳と適応符号帳の何れかを備えないものであっても、固定符号帳と適応符号帳の何れかを複数備えるものであっても、固定符号帳や適応符号帳を用いる符号化の代わりにその他のサンプル列の符号化方法を採用したものであっても、何らかの方法によりサンプル列に対応する符号である波形情報符号を得られる符号化方法であり、かつ、波形情報符号に対応するサンプル列に量子化された利得（以下「量子化済利得」という）を乗算して得られる波形サンプル列と入力信号とが与えられ、入力信号の可変長の利得符号を得る符号化であれば、本発明を適用できる。入力信号は、例えば時系列信号である。入力信号の例は、音響信号、映像信号、生体信号、地震波信号、センサーアレイ信号などである。入力信号は時間領域の信号であってもよいし、周波数領域の信号であってもよい。すなわち、符号化装置が、量子化済利得の候補またはその関数値とインデックスとの組が複数個格納された利得符号帳を備え、当該複数個のインデックスにはビット数が異なるものが含まれており、時間または周波数区間ごとに、指標値 D_U が最も小さくなるインデックスを利得符号として得てもよい。

40

【0057】

50

波形情報符号とは、波形情報符号を復号することによりサンプル列を特定することが可能な符号であり、上述の実施形態におけるコードインデックスやピッチ符号やこれらを代替するような符号、たとえば、標本化・量子化されたPCM形式のサンプルを表す符号、である。指標値 D_U は、歪み D が大きいほど大きくなり、かつ、波形サンプル列を得るための量子化済利得の候補に対応するインデックスのビット数が大きいほど大きくなる値である。歪 D は、波形情報符号に対応するサンプル列に量子化済利得の候補を乗算して得られる波形サンプル列と入力信号との歪みであるか、または、第1から第 M までの M （ M は2以上の整数）個の、第 M （ M は1以上以下の整数）の波形情報符号に対応するサンプル列の各サンプルに上記第 M の量子化済利得の候補を乗算して得られる第 M の波形サンプル列（ M 個の波形サンプル列）、を対応するサンプル毎に加算して得られる合計波形サンプル列と、入力信号との歪みである。波形情報符号に対応するサンプル列は、例えば、波形情報符号を復号することにより得られるサンプル列そのものや、波形情報符号を復号することにより得られるサンプル列を、合成フィルタに通して得られたものである。例えば、指標値 D_U は、歪み D とインデックスのビット数が大きいほど大きくなる係数とを加算または乗算して得られる値である。インデックスのビット数が大きいほど大きくなる係数の例は、インデックスのビット数が大きいほど大きくなる値を指数に持つ、べき乗値である。指標値 D_U の具体例は、前述の式(4)(5)(7)(10)(11)などである。

10

【0058】

図3に例示する符号化装置21は、 M 個の波形情報符号帳 $211-1, \dots, 211-N$ と符号化部212とを有する。ただし、 M は1以上の整数であり、符号化部212は利得量子化部218を含む。

20

【0059】

利得量子化部218は、量子化済利得の候補 C_1, \dots, C_M またはその関数値とインデックスとの組を複数個格納している。ただし $M=1, \dots, M$ である。すなわち、利得量子化部218は、量子化済利得の候補 C_1 またはその関数値、量子化済利得の候補 C_2 またはその関数値、 \dots 、および量子化済利得の候補 C_M またはその関数値、ならびにインデックスからなる組を複数個格納している。すなわち、 $M=1$ の場合、利得量子化部218は、量子化済利得の候補 C_1 またはその関数値とインデックスとの組を複数個格納している。 $M=2$ の場合、利得量子化部218は、第1から第 M の量子化済利得の候補 C_1, \dots, C_M またはその関数値の組とインデックスとの組を複数個格納している。当該複数個のインデックスにはビット数が異なるものが含まれている。

30

【0060】

符号化部212は、時間区間ごとに、波形情報符号 E_1, \dots, E_M を得、指標値 D_U が最も小さくなるインデックスを利得符号として得、波形情報符号 E_1, \dots, E_M および利得符号に対応するビットストリームを出力する。インデックスの選択は、利得量子化部218によって行われる。前述のように、指標値 D_U は、歪み D が大きいほど大きくなり、かつ、量子化済利得の候補 C_1, \dots, C_M （ $M=1, \dots, M$ ）に対応するインデックスのビット数が大きいほど大きくなる値である。ただし、図3の例の歪み D は、波形情報符号 E_1 に対応するサンプル列 Y_1 のそれぞれのサンプルに量子化済利得の候補 C_1 を乗算して得られるサンプル列 Y_1 についての $C_1 Y_1 + \dots + C_M Y_M$ と、入力信号 X との歪みである。また、波形情報符号 E_1 に対応するサンプル列 Y_1 の例は、波形情報符号 E_1 に対する波形情報符号帳 $211-1$ からのサンプル列を入力信号 X に対応する合成フィルタに通して得られるサンプル列や、波形情報符号 E_1 に対する波形情報符号帳 $211-1$ からのサンプル列などである。

40

【0061】

図3に例示する符号化装置21は、第一実施形態の符号化装置、すなわち、図1に例示した符号化装置11を包含するものである。具体的には、図3の符号化装置21であって、 $M=2$ であり、かつ、波形情報符号帳 $211-1$ が固定符号帳113であり、波形情報符号帳 $211-2$ が適応符号帳112であり、利得量子化部218が利得量子化部118

50

である構成は第一実施形態の符号化装置 1 1 そのものである。この場合は、利得量子化部 2 1 8 における量子化済利得の候補 γ_1 は利得量子化部 1 1 8 における量子化済固定符号帳利得の候補 γ であり、利得量子化部 2 1 8 における量子化済利得の候補 γ_2 は利得量子化部 1 1 8 における量子化済ピッチ利得の候補 γ であり、波形情報符号 E_1 は第一実施形態のコードインデックスであり、波形情報符号 E_2 は第一実施形態のピッチ符号であり、入力信号 X は第一実施形態の入力音響信号である。

【 0 0 6 2 】

符号化装置 2 1 に対応する復号装置は、量子化済利得の候補 γ_j ($j = 1, \dots, J$) またはその関数値とインデックスとの組を複数個格納している。これらの組は、利得量子化部 2 1 8 に格納された組と同一である。復号装置は、入力されたビットストリームが含む波形情報符号 E_1, \dots, E_J および利得符号を用い、時間区間ごとに、波形情報符号 E_j に対応するサンプル列 Y_j のそれぞれのサンプルに利得符号が表す量子化済利得の候補 γ_j を乗算して得られるサンプル列 Y についてのサンプル列 $\gamma_1 Y_1 + \dots + \gamma_J Y_J$ を出力する。

【 0 0 6 3 】

上記の実施形態では、サブフレームごとに、指標値 D_U が最も小さくなるインデックスを利得符号として得た。しかしながら、フレームごとに、指標値 D_U が最も小さくなるインデックスを利得符号として得てもよいし、複数個のサブフレームまたはフレームごとに、指標値 D_U が最も小さくなるインデックスを利得符号として得てもよい。

【 0 0 6 4 】

その他、上述の各種の処理は、記載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にあるいは個別に実行されてもよい。その他、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ことはいうまでもない。

【 0 0 6 5 】

また、上述の構成をコンピュータによって実現する場合、各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、上記処理機能がコンピュータ上で実現される。

【 0 0 6 6 】

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の例は、非一時的な (non-transitory) 記録媒体である。このような記録媒体の例は、磁気記録装置、光ディスク、光磁気記録媒体、半導体メモリ等である。

【 0 0 6 7 】

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。

【 0 0 6 8 】

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、自己の記憶装置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。

【 0 0 6 9 】

上記実施形態では、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、本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がハードウェアで実現さ

10

20

30

40

50

【 図 3 】

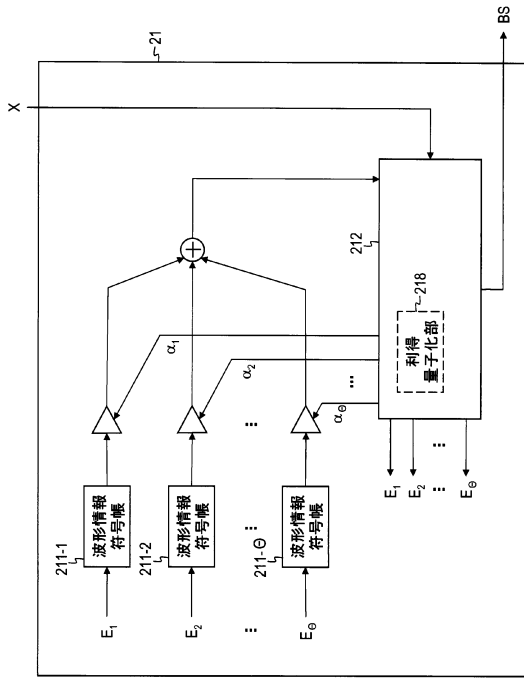


図 3

フロントページの続き

- (74)代理人 100147773
弁理士 義村 宗洋
- (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
- (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 亀岡 弘和
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 嵯峨山 茂樹
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内
- (72)発明者 大嶋 崇良
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内
- (72)発明者 小野 順貴
東京都千代田区一ツ橋2丁目1番2号 大学共同利用機関法人情報・システム研究機構 国立情報学研究所内
- (72)発明者 齋藤 大輔
東京都文京区本郷七丁目3番1号 国立大学法人東京大学内

審査官 毛利 太郎

- (56)参考文献 特開2011-133637(JP,A)
特表2011-509426(JP,A)
国際公開第2011/083849(WO,A1)
国際公開第2008/072732(WO,A1)
国際公開第2011/048810(WO,A1)
特表2011-518345(JP,A)
特開2007-171519(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10L 19/00 - 19/26
H03M 7/30