

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特許公報 (B2)

(11) 特許番号

特許第3559488号

(P3559488)

(45) 発行日 平成16年9月2日 (2004.9.2)

(24) 登録日 平成16年5月28日 (2004.5.28)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H 0 3 M 7/30
G 1 0 L 19/00
H 0 4 B 14/04

H 0 3 M 7/30 B
H 0 4 B 14/04 Z
G 1 0 L 9/18 E

請求項の数 4

(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-37418(P2000-37418)
(22) 出願日 平成12年2月16日 (2000.2.16)
(65) 公開番号 特開2001-230675(P2001-230675A)
(43) 公開日 平成13年8月24日 (2001.8.24)
審査請求日 平成13年11月26日 (2001.11.26)

(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二丁目3番1号
(74) 代理人 100066153
弁理士 草野 卓
(74) 代理人 100100642
弁理士 稲垣 稔
(72) 発明者 守谷 健弘
東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内
(72) 発明者 岩上 直樹
東京都千代田区大手町二丁目3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】 音響信号の階層符号化方法及び復号化方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

音響信号をフレーム単位で符号化する符号化方法であって、

複数の階層の量子化過程と各階層間に誤差信号算出過程を備え、

第1の階層の量子化過程は、まず、入力信号 $x(f)$ にあらかじめ設定した1以下の定数

α_1 を乗算することにより変形した信号 $\alpha_1 x(f)$ を生成し、次に、前記変形した信号 $\alpha_1 x(f)$ を量子化して第1の量子化符号を出力し、さらに、前記第1の量子化符号を逆量子化して再構成した信号 $[\alpha_1 x(f)]^\wedge$ を出力し、

第1段の誤差信号算出過程は入力信号 $x(f)$ と前記第1の階層の量子化過程で再構成した信号 $[\alpha_1 x(f)]^\wedge$ との誤差信号 $d_1(f) (= x(f) - [\alpha_1 x(f)]^\wedge)$ を出力し、

第2の階層の量子化過程は、まず、前記第1段の誤差信号算出過程で算出した誤差信号 $d_1(f)$ にあらかじめ設定した1以下の定数 α_2 を乗算することにより変形した信号 $\alpha_2 d_1(f)$ を生成し、次に、前記変形した信号 $\alpha_2 d_1(f)$ を量子化して第2の量子化符号を出力し、さらに、前記第2の量子化符号を逆量子化して再構成した信号 $[\alpha_2 d_1(f)]^\wedge$ を出力し、

第2段の誤差信号算出過程は、第1の階層の量子化過程で再構成した信号 $[\alpha_1 x(f)]^\wedge$ と第2の階層の量子化過程で再構成した信号 $[\alpha_2 d_1(f)]^\wedge$ との和信号 $([\alpha_1 x(f)]^\wedge + [\alpha_2 d_1(f)]^\wedge)$ と入力信号 $x(f)$ との誤差信号 $d_2(f) (= x(f) - ([\alpha_1 x(f)]^\wedge + [\alpha_2 d_1(f)]^\wedge))$ を出力し、

10

20

同様に上位の各階層の量子化過程にその前段の誤差信号算出過程より出力された誤差信号を入力して逐次多段階に量子化を行い、
前記各階層の量子化過程の量子化符号を出力することを特徴とする音響信号の階層符号化方法。

【請求項 2】

音響信号をフレーム単位で符号化する符号化方法であって、
複数の階層の量子化過程と各階層間に誤差信号算出過程を備え、
第 1 の階層の量子化過程は入力信号 $x(f)$ を入力とし、第 1 の量子化符号と、逆量子化により再構成した信号 $x^{\wedge}(f)$ を出力し、
第 1 段の誤差信号算出過程は $x^{\wedge}(f)$ にあらかじめ設定した 1 以下の定数 α_1 を乗算することにより変形した信号 $\alpha_1 x^{\wedge}(f)$ を算出し、入力信号 $x(f)$ と前記乗算した信号 $\alpha_1 x^{\wedge}(f)$ の誤差信号 $d_1(f) (= x(f) - \alpha_1 x^{\wedge}(f))$ を出力し、
第 2 の階層の量子化過程は前記第 1 段の誤差信号算出過程で算出した誤差信号 $d_1(f)$ を入力として、第 2 の量子化符号と、逆量子化により再構成した信号 $d_1^{\wedge}(f)$ を出力し、
第 2 段の誤差信号算出過程は、まず、 $d_1^{\wedge}(f)$ にあらかじめ設定した 1 以下の定数 α_2 を乗算することにより変形した信号 $\alpha_2 d_1^{\wedge}(f)$ を算出し、次に、第 1 段の誤差信号算出過程で乗算した信号 $\alpha_1 x^{\wedge}(f)$ と前記第 2 段の誤差信号算出過程で乗算した信号 $\alpha_2 d_1^{\wedge}(f)$ との和信号 $(\alpha_1 x^{\wedge}(f) + \alpha_2 d_1^{\wedge}(f))$ と入力信号 $x(f)$ との誤差信号 $d_2(f) (= x(f) - (\alpha_1 x^{\wedge}(f) + \alpha_2 d_1^{\wedge}(f)))$ を出力し、
同様に上位の各階層の量子化過程にその前段の誤差信号算出過程より出力された誤差信号を入力して逐次多段階に量子化を行い、
前記各階層の量子化過程の量子化符号を出力することを特徴とする音響信号の階層符号化方法。

【請求項 3】

音響信号をフレーム単位で復号化する方法であって、
請求項 1 または 2 に記載の音響信号の階層符号化方法で生成された各階層の量子化符号と量子化符号に対する誤り検出符号を入力し、
各階層の量子化符号を逆量子化して逆量子化信号を出力する逆量子化過程と、
誤り検出符号に基づき各階層の量子化符号の誤りの有無を検出し、誤りが検出されない量子化符号に対する逆量子化信号を加算して音響信号を再構成する過程を備えたことを特徴とする音響信号の階層復号化方法。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の音響信号の階層復号化方法において、
上記音響信号を再構成する過程より出力された音響信号に補正定数をかけて音量を修正する過程を備えたことを特徴とする音響信号の階層復号化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は音声や楽音信号などの音響信号をできるだけ少ない情報量でデジタル符号化する高能率信号符号化方法及び符号化方法に関するものであり、特にビット列に誤りやフレーム損失があった場合に音声や楽音を再構成できる階層符号化方法及び符号化方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来の信号の階層的スケラブル符号化、復号化法は図 1 に示されるような構成となっている。

符号器では入力信号ベクトルを量子化するために複数の階層の量子化器と各階層間に誤差信号算出器を備え、最下位の階層の量子化器は入力信号 $x(f)$ を入力とし、量子化符号（圧縮ビット列）と逆量子化により再構成した信号 $x^{\wedge}(f)$ を出力し、

第1段の誤差信号算出器は入力信号 $x(f)$ と $x^{\wedge}(f)$ の誤差 $d_1(f) (= x(f) - x^{\wedge}(f))$ を出力し、
 次の階層の量子化器は $d_1(f)$ を入力として、その階層の量子化符号と、逆量子化により再構成した信号 $d_1^{\wedge}(f)$ を出力し、
 第2段の誤差信号算出器は入力信号 $x(f)$ と $d_2^{\wedge}(f)$ を加えた信号の誤差 $d_2(d_2 = x(f) - (d_1^{\wedge}(f) + x^{\wedge}(f)))$ を出力し、
 同様に上位の階層変形した誤差を逐次多段階に量子化を行う。

【0003】

復号器では各階層の量子化符号を逆量子化して信号を再構成し、加え合わせて最終的な信号を再生する。第1段の出力 $y_1(f)$ 、第2段の出力 $y_2(f)$ と、各階層の量子化誤差を $q_1(f)$ 、 $q_2(f)$ とすると、

$$y_1(f) = x^{\wedge}(f) = x(f) + q_1(f) \quad (1)$$

$$\begin{aligned} y_2(f) &= y_1(f) + d_1^{\wedge}(f) \\ &= x^{\wedge}(f) + x(f) - x^{\wedge}(f) + q_2(f) \\ &= x(f) + q_2(f) \end{aligned} \quad (2)$$

となる。この場合、下位の階層の誤差はすべて上位にフィードバックされ、上層ほど品質の高い信号が再現できる。また上位の階層の信号はなくても、ビットレートに見合った信号が再生でき、これが、スケーラブル符号化の特徴である。しかし、下位の階層のビット列に誤りやフレーム損失があった場合には、出力 $y_2(f)$ は $d_1^{\wedge}(f)$ だけとなり

$$\begin{aligned} y_2^-(f) &= d_1^{\wedge}(f) \\ &= x(f) - x^{\wedge}(f) + q_2(f) \\ &= -q_1(f) + q_2(f) \end{aligned} \quad (3)$$

$x(f)$ とは大きな誤差が生じ、上位の階層で救済することは不可能であった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

従来の技術で述べた階層的スケーラブル符号化、復号化方法においてはビット列に誤りやフレーム損失があった場合、音声や楽音を再構成することは困難であった。本発明はネットワークやデコードの環境にあわせてできるだけ高品質で楽音や音声を伝送することができ、特に伝送ビットに誤りが生じる可能性がある無線伝送に適用して好適な音響信号の階層符号化方法及び符号化方法を提供することを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記課題を解決するために階層的な量子化によるビットレートスケーラブル符号化で、階層にまたがる誤差に振幅の制御などの変形を行うことで伝送誤りやパケット消失の影響を軽減するものである。

【0006】

【発明の実施の形態】

図2は、本発明の実施例の符号器及び復号器における処理を説明するブロック図である。符号器では入力信号ベクトルを量子化するために最下位の階層の量子化器 Q_1 は入力信号 $x(f)$ を α_1 倍した信号を入力とし、量子化符号(圧縮ビット列)と逆量子化 Q_1^{-1} により再構成した信号 $[\alpha_1 x(f)]^{\wedge}$ を出力する。ここで α_1 は1以下の定数とする。すなわち、第1段の逆量子化では入力信号をそのまま入力として使わずに、変形した信号を使う。ここでは定数倍の例であるが、周波数に依存した係数やフィルタの処理でもよい。

【0007】

次に第1段の誤差信号算出器は $[\alpha_1 x(f)]^{\wedge}$ と入力信号 $x(f)$ との誤差 $d_1(f)$

10

20

30

40

50

$$d_1(f) = x(f) - [\alpha_1 x(f)]^{\wedge} \quad (4)$$

を出力する。

次の階層の量子化器は $d_1(f)$ を α_2 倍した信号を入力として、その階層の量子化符号と、逆量子化により再構成した信号 $[\alpha_2 d_1(f)]^{\wedge}$ を出力する。

第2段の誤差信号算出器は $[\alpha_1 x(f)]^{\wedge}$ と $[\alpha_2 d_1(f)]^{\wedge}$ とを加算器により加算した和信号 $([\alpha_1 x(f)]^{\wedge} + [\alpha_2 d_1(f)]^{\wedge})$ と入力信号 $x(f)$ との誤差 $d_2(f) = x(f) - ([\alpha_1 x(f)]^{\wedge} + [\alpha_2 d_1(f)]^{\wedge})$ を出力し、同様に上位の階層に変形した信号を入力して逐次多段階に量子化を行う。

なお最終階層ではこの変形は必要ない。

【0008】

復号器では符号誤りやフレーム消失がない場合には各階層の量子化符号を逆量子化して信号を再構成する。

$$y_1(f) = [\alpha_1 x(f)]^{\wedge} = \alpha_1 x(f) + \alpha_1 q_1(f) \quad (5)$$

$$\begin{aligned} y_2(f) &= y_1(f) + [\alpha_2 d_1(f)]^{\wedge} \\ &= [\alpha_1 x(f)]^{\wedge} + \alpha_2 (x(f) - \alpha_1 x(f) + q_1(f)) + q_2(f) \\ &= (1 - \alpha_2) [\alpha_1 x(f)]^{\wedge} + \alpha_2 (x(f) + q_2(f)) \\ &= (\alpha_1 + \alpha_2 - \alpha_1 \alpha_2) x(f) + \alpha_1 (1 - \alpha_2) q_1(f) + \alpha_2 q_2(f) \quad (6) \end{aligned}$$

第1段の出力 $y_1(f)$ に含まれる入力信号の成分は α_1 倍となり、また第2段までの出力は $y_2(f)$ に含まれる入力信号の成分は $(\alpha_1 + \alpha_2 - \alpha_1 \alpha_2)$ 倍となる。この結果、 $q_1(f)$ や $q_2(f)$ の量子化誤差が相対的に大きくなり、 α_1 を含まない通常の場合よりもSNRは低くなる。

【0009】

ある階層の量子化符号の誤りや消失があった場合にはその階層の信号を0として信号を再構成する。誤り検出符号が伝送路の情報として入手できる場合はそれを利用すればよく、ない場合はフレーム毎、各階層毎に誤り検出符号をつければよい。たとえば第1階層の情報がないとき、第2階層だけの出力信号 $y_2^-(f)$ は $[\alpha_2 d_1(f)]^{\wedge}$ となる。

$$\begin{aligned} y_2^-(f) &= \alpha_2 ([\alpha_1 x(f)]^{\wedge} + q_2(f)) \\ &= \alpha_2 (x(f) - \alpha_1 x(f) + q_1(f)) + \alpha_2 q_2(f) \\ &= \alpha_2 (1 - \alpha_1) x(f) - \alpha_1 \alpha_2 q_1(f) + \alpha_2 q_2(f) \quad (7) \end{aligned}$$

これから分かるように、第1階層からの出力がまったくなくても $\alpha_2(1 - \alpha_1)$ 倍された入力信号の成分が第2層の出力に含まれるので、第1階層がない条件で比較すると従来法よりもSNRが高くなる。同様に上位の階層にも入力信号の成分が分散され、加え合わせることで第1階層の欠落をある程度補うことができる。

【0010】

ここまでの実施例では量子化の入力の変形は定数倍としたが、周波数に依存した処理に拡張することが可能である。

図3は本発明の第2実施例を示している。

図2と類似しているが、信号の変形(ここでは定数倍)を逆量子化による出力信号のあとに行う。第1実施例と同様の効果があるが、復号器側の再生信号が少し異なる。

【0011】

$$y_1(f) = x^{\wedge}(f) = x(f) + q_1(f) \quad (8)$$

第2階層の出力は

10

20

30

40

$$\begin{aligned}
 y_2(f) &= y_1(f) + d_1^{\wedge}(f) \\
 &= x(f) + q_1(f) + x(f) - \alpha_1(x(f) + q_1(f)) + q_2(f) \\
 &= (2 - \alpha_1)x(f) + (1 - \alpha_1)q_1(f) + q_2(f) \quad (9)
 \end{aligned}$$

となる。

【0012】

第1階層の情報がないとき、第2階層だけの出力信号 $y_2^-(f)$ は $d_1^{\wedge}(f)$ となる。

$$\begin{aligned}
 y_2^-(f) &= d_1^{\wedge}(f) \\
 &= x(f) - \alpha_1(x(f) + q_1(f)) + q_2(f) \\
 &= (1 - \alpha_1)x(f) - \alpha_1q_1(f) + q_2(f) \quad (10)
 \end{aligned}$$

10

効果や拡張は第1の実施例と同様であり、二つの実施例を組み合わせることも可能である。この実施例では式(9)の $x(f)$ の係数が $(2 - \alpha_1)$ であるので、通常第2層の音量が本来より大きくなる。また、式(10)のように第1層の出力が使えないときは係数が $(1 - \alpha_1)$ なので音量が低下する。通常復号器の場合には、どの階層の情報を使うかはあらかじめわかるので、出力に補正定数をかけて音量がもとの $x(f)$ となるように修正すればよい。ただし、復号器が国際標準などで固定されてチップ化されているよう

20

【0013】

【発明の効果】

本発明のスケラブル符号化ではシステム全体として冗長になるため、同じビット数で比較すると、誤りのない場合の量子化歪みは従来法より大きくなるが、入力信号の成分が各階層に分散され、どこかの階層の情報が消失してもその被害が軽減される。

【図面の簡単な説明】

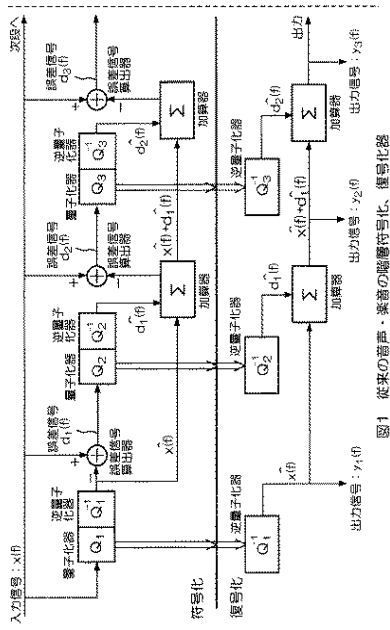
【図1】従来の階層符号化器及び復号化器の基本構成を示す図。

【図2】本発明の第1実施例における階層符号化器及び復号化器の構成を示す図。

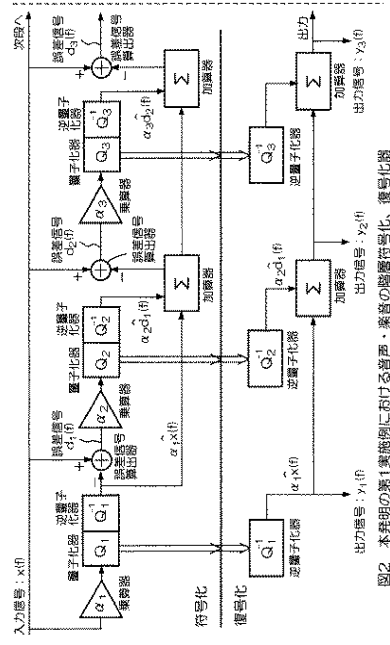
【図3】本発明の第2実施例における階層符号化器及び復号化器の構成を示す図。

30

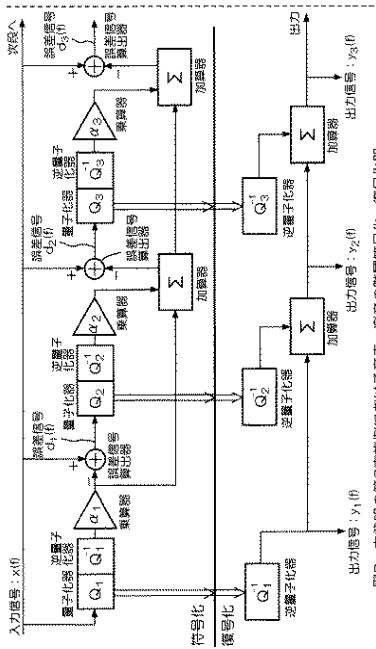
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 森 岳至

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者 神 明夫

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 北村 智彦

(56)参考文献 特開平11-186911(JP,A)

特開平09-322160(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H03M3/00-11/00

G10L 19/00

H04B 14/04