

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5013293号
(P5013293)

(45) 発行日 平成24年8月29日(2012.8.29)

(24) 登録日 平成24年6月15日(2012.6.15)

(51) Int.Cl. F I
G 1 O L 19/06 (2006.01) G 1 O L 19/06 B
G 1 O L 19/14 (2006.01) G 1 O L 19/14 4 O O Z

請求項の数 22 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2008-51150 (P2008-51150)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成20年2月29日 (2008.2.29)		日本電信電話株式会社
(65) 公開番号	特開2009-210645 (P2009-210645A)		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(43) 公開日	平成21年9月17日 (2009.9.17)	(73) 特許権者	504137912
審査請求日	平成23年1月31日 (2011.1.31)		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
		(74) 代理人	100121706
			弁理士 中尾 直樹
		(74) 代理人	100128705
			弁理士 中村 幸雄
		(74) 代理人	100147773
			弁理士 義村 宗洋
		(74) 代理人	100066153
			弁理士 草野 卓

最終頁に続く

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

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

振幅が圧縮された入力信号列（以下、「第1入力信号列」という）を符号化する符号化装置であって、

前記第1入力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第1線形対応処理によって、前記第1入力信号列を第1線形対応信号列に変換する第1線形対応部と、

前記第1線形対応信号列を用いて第1予測係数を求める第1線形予測部と、

前記第1予測係数を量子化して第1量子化予測係数を求める第1量子化部と、

前記第1線形対応信号列について、前記第1量子化予測係数を用いて予測を行い、第1線形対応予測値列を求める第1予測値算出部と、

前記第1線形対応予測値列に対して、前記第1線形対応処理と逆の変換を行って第1入力予測値列を求める第1線形逆対応部と、

前記第1入力信号列と前記第1入力予測値列との差を第2入力信号列として求める第1減算部と、

前記第2入力信号列を用いて第2予測係数を求める第2線形予測部と、

前記第2予測係数を量子化して第2量子化予測係数を求める第2量子化部と、

前記第2入力信号列について、前記第2量子化予測係数を用いて予測を行い、第2入力予測値列を求める第2予測値算出部と、

前記第2入力信号列と前記第2入力予測値列との差を予測残差列として求める第2減算

10

20

部と、

前記第 1 量子化予測係数と前記第 2 量子化予測係数と前記予測残差列を符号化する符号化部と、

を備える符号化装置。

【請求項 2】

振幅が圧縮された入力信号列（以下、「第 1 入力信号列」という）を符号化する符号化装置であって、

前記第 1 入力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第 1 線形対応処理によって、前記第 1 入力信号列を第 1 線形対応信号列に変換する第 1 線形対応部と、

前記第 1 線形対応信号列を用いて第 1 予測係数を求める第 1 線形予測部と、

前記第 1 予測係数を量子化して第 1 量子化予測係数を求める第 1 量子化部と、

前記第 1 線形対応信号列について、前記第 1 量子化予測係数を用いて予測を行い、第 1 線形対応予測値列を求める第 1 予測値算出部と、

前記第 1 線形対応信号列と前記第 1 線形対応予測値列との差を第 1 線形対応予測誤差列として求める第 1 減算部と、

前記第 1 線形対応予測誤差列に対して、前記第 1 線形対応処理と逆の変換を行って第 2 入力信号列を求める第 1 線形逆対応部と、

前記第 2 入力信号列を用いて第 2 予測係数を求める第 2 線形予測部と、

前記第 2 予測係数を量子化して第 2 量子化予測係数を求める第 2 量子化部と、

前記第 2 入力信号列について、前記第 2 量子化予測係数を用いて予測を行い、第 2 入力予測値列を求める第 2 予測値算出部と、

前記第 2 入力信号列と前記第 2 入力予測値列との差を予測残差列として求める第 2 減算部と、

前記第 1 量子化予測係数と前記第 2 量子化予測係数と前記予測残差列を符号化する符号化部と、

を備える符号化装置。

【請求項 3】

振幅が圧縮された入力信号列（以下、「第 1 入力信号列」という）を符号化する符号化装置であって、

前記第 1 入力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第 1 線形対応処理によって、前記第 1 入力信号列を第 1 線形対応信号列に変換する第 1 線形対応部と、

前記第 1 線形対応信号列を用いて第 1 予測係数を求める第 1 線形予測部と、

前記第 1 予測係数を量子化して第 1 量子化予測係数を求める第 1 量子化部と、

前記第 1 線形対応信号列について、前記第 1 量子化予測係数を用いて予測を行い、第 1 線形対応予測値列を求める第 1 予測値算出部と、

前記第 1 線形対応予測値列に対して、前記第 1 線形対応処理と逆の変換を行って第 1 入力予測値列を求める第 1 線形逆対応部と、

前記第 1 入力信号列と前記第 1 入力予測値列との差を第 2 入力信号列として求める第 1 減算部と、

前記第 1 入力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第 2 線形対応処理によって、前記第 2 入力信号列を第 2 線形対応信号列に変換する第 2 線形対応部と、

前記第 2 線形対応信号列を用いて第 2 予測係数を求める第 2 線形予測部と、

前記第 2 予測係数を量子化して第 2 量子化予測係数を求める第 2 量子化部と、

前記第 2 線形対応信号列について、前記第 2 量子化予測係数を用いて予測を行い、第 2 線形対応予測値列を求める第 2 予測値算出部と、

前記第 2 線形対応予測値列に対して、前記第 2 線形対応処理と逆の変換を行って第 2 入力予測値列を求める第 2 線形逆対応部と、

10

20

30

40

50

前記第 2 入力信号列と前記第 2 入力予測値列との差を予測残差列として求める第 2 減算部と、

前記第 1 量子化予測係数と前記第 2 量子化予測係数と前記予測残差列を符号化する符号化部と、

を備える符号化装置。

【請求項 4】

振幅が圧縮された入力信号列（以下、「第 1 入力信号列」という）を符号化する符号化装置であって、

前記第 1 入力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第 1 線形対応処理によって、前記第 1 入力信号列を第 1 線形対応信号列に変換する第 1 線形対応部と、

前記第 1 線形対応信号列を用いて第 1 予測係数を求める第 1 線形予測部と、

前記第 1 予測係数を量子化して第 1 量子化予測係数を求める第 1 量子化部と、

前記第 1 線形対応について、前記第 1 量子化予測係数を用いて予測を行い、第 1 線形対応予測値列を求める第 1 予測値算出部と、

前記第 1 線形対応信号列と前記第 1 線形対応予測値列との差を第 1 線形対応予測誤差列として求める第 1 減算部と、

前記第 1 線形対応予測誤差列に対して、前記第 1 線形対応処理と逆の変換を行って第 2 入力信号列を求める第 1 線形逆対応部と、

前記第 1 入力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第 2 線形対応処理によって、前記第 2 入力信号列を第 2 線形対応信号列に変換する第 2 線形対応部と、

前記第 2 線形対応信号列を用いて第 2 予測係数を求める第 2 線形予測部と、

前記第 2 予測係数を量子化して第 2 量子化予測係数を求める第 2 量子化部と、

前記第 2 線形対応信号列について、前記第 2 量子化予測係数を用いて予測を行い、第 2 線形対応予測値列を求める第 2 予測値算出部と、

前記第 2 線形対応予測値列に対して、前記第 2 線形対応処理と逆の変換を行って第 2 入力予測値列を求める第 2 線形逆対応部と、

前記第 2 入力信号列と前記第 2 入力予測値列との差を予測残差列として求める第 2 減算部と、

前記第 1 量子化予測係数と前記第 2 量子化予測係数と前記予測残差列を符号化する符号化部と、

を備える符号化装置。

【請求項 5】

振幅が圧縮された入力信号列（以下、「第 1 入力信号列」という）を符号化する符号化装置であって、

前記第 1 入力信号列を用いて第 1 予測係数を求める第 1 線形予測部と、

前記第 1 予測係数を量子化して第 1 量子化予測係数を求める第 1 量子化部と、

前記第 1 入力信号列について、前記第 1 量子化予測係数を用いて予測を行い、第 1 入力予測値列を求める第 1 予測値算出部と、

前記第 1 入力信号列と前記第 1 入力予測値列との差を第 2 入力信号列として求める第 1 減算部と、

前記第 1 入力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第 2 線形対応処理によって、前記第 2 入力信号列を第 2 線形対応信号列に変換する第 2 線形対応部と、

前記第 2 線形対応信号列を用いて第 2 予測係数を求める第 2 線形予測部と、

前記第 2 予測係数を量子化して第 2 量子化予測係数を求める第 2 量子化部と、

前記第 2 線形対応信号列について、前記第 2 量子化予測係数を用いて予測を行い、第 2 線形対応予測値列を求める第 2 予測値算出部と、

前記第 2 線形対応予測値列に対して、前記第 2 線形対応処理と逆の変換を行って第 2 入

10

20

30

40

50

力予測値列を求める第2線形逆対応部と、

前記第2入力信号列と前記第2入力予測値列との差を予測残差列として求める第2減算部と、

前記第1量子化予測係数と前記第2量子化予測係数と前記予測残差列を符号化する符号化部と、

を備える符号化装置。

【請求項6】

振幅が圧縮された出力信号列（以下、「第1出力信号列」という）に復号化する復号化装置であって、

第1量子化予測係数と第2量子化予測係数と予測残差列を求める復号化部と、

10

復号化済の第2出力信号列と前記第2量子化予測係数を用いて、第2出力信号列について予測を行い、第2出力予測値列を求める第2予測値算出部と、

前記第2出力予測値列と前記予測残差列とを加算して第2出力信号列を求める第2加算部と、

前記第1出力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第1線形対応処理によって、復号化された第1出力信号列を第1線形対応信号列に変換する第1線形対応部と、

前記第1線形対応信号列と前記第1量子化予測係数を用いて、第1線形対応信号列について予測を行い、第1線形対応予測値列を求める第1予測値算出部と、

前記第1線形対応予測値列に対して、前記第1線形対応処理と逆の変換を行って第1出力予測値列を求める第1線形逆対応部と、

20

前記第1出力予測値列と前記第2出力信号列とを加算して第1出力信号列を求める第1加算部と、

を備える復号化装置。

【請求項7】

振幅が圧縮された出力信号列（以下、「第1出力信号列」という）に復号化する復号化装置であって、

第1量子化予測係数と第2量子化予測係数と予測残差列を求める復号化部と、

復号済の第2出力信号列と前記第2量子化予測係数を用いて、第2出力信号列について予測を行い、第2出力予測値列を求める第2予測値算出部と、

30

前記第2出力予測値列と前記予測残差列とを加算して第2出力信号列を求める第2加算部と、

前記第1出力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第1線形対応処理によって、前記第2出力信号列を第1線形対応予測誤差列に変換する第1線形対応部と、

前記第1線形対応信号列と前記第1量子化予測係数を用いて、第1線形対応信号列について予測を行い、第1線形対応予測値列を求める第1予測値算出部と、

前記第1線形対応予測値列と前記第1線形対応予測誤差列とを加算して第1線形対応信号列を求める第1加算部と、

前記第1線形対応信号列に対して、前記第1線形対応処理と逆の変換を行って第1出力信号列を求める第1線形逆対応部と、

40

を備える復号化装置。

【請求項8】

振幅が圧縮された出力信号列（以下、「第1出力信号列」という）に復号化する復号化装置であって、

第1量子化予測係数と第2量子化予測係数と予測残差列を求める復号化部と、

前記第1出力信号列の各信号を前記第1出力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第2線形対応処理によって、復号化された第2出力信号列を第2線形対応信号列に変換する第2線形対応部と、

前記第2線形対応信号列と前記第2量子化予測係数を用いて、第2線形対応信号列につ

50

いて予測を行い、第2線形対応予測値列を求める第2予測値算出部と、

前記第2線形対応予測値列に対して、前記第2線形対応処理と逆の変換を行って第2出力予測値列を求める第2線形逆対応部と、

前記第2出力予測値列と前記予測残差列とを加算して第2出力信号列を求める第2加算部と、

前記第1出力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第1線形対応処理によって、復号化された第1出力信号列を第1線形対応信号列に変換する第1線形対応部と、

前記第1線形対応信号列と前記第1量子化予測係数を用いて、第1線形対応信号列について予測を行い、第1線形対応予測値列を求める第1予測値算出部と、

10

前記第1線形対応予測値列に対して、前記第1線形対応処理と逆の変換を行って第1出力予測値列を求める第1線形逆対応部と、

前記第1出力予測値列と前記第2出力信号列とを加算して第1出力信号列を求める第1加算部と、

を備える復号化装置。

【請求項9】

振幅が圧縮された出力信号列（以下、「第1出力信号列」という）に復号化する復号化装置であって、

第1量子化予測係数と第2量子化予測係数と予測残差列を求める復号化部と、

前記第1出力信号列の各信号を前記第1出力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第2線形対応処理によって、復号化された第2出力信号列を第2線形対応信号列に変換する第2線形対応部と、

20

前記第2線形対応信号列と前記第2量子化予測係数を用いて、第2線形対応信号列について予測を行い、第2線形対応予測値列を求める第2予測値算出部と、

前記第2線形対応予測値列に対して、前記第2線形対応処理と逆の変換を行って第2出力予測値列を求める第2線形逆対応部と、

前記第2出力予測値列と前記予測残差列とを加算して第2出力信号列を求める第2加算部と、

前記第1出力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第1線形対応処理によって、前記第2出力信号列を第1線形対応予測誤差列に変換する第1線形対応部と、

30

前記第1線形対応信号列と前記第1量子化予測係数を用いて、第1線形対応信号列について予測を行い、第1線形対応予測値列を求める第1予測値算出部と、

前記第1線形対応予測値列と前記第1線形対応予測誤差列とを加算して第1線形対応信号列を求める第1加算部と、

前記第1線形対応信号列に対して、前記第1線形対応処理と逆の変換を行って第1出力信号列を求める第1線形逆対応部と、

を備える復号化装置。

【請求項10】

振幅が圧縮された出力信号列（以下、「第1出力信号列」という）に復号化する復号化装置であって、

第1量子化予測係数と第2量子化予測係数と予測残差列を求める復号化部と、

前記第1出力信号列の各信号を前記第1出力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第2線形対応処理によって、復号化された第2出力信号列を第2線形対応信号列に変換する第2線形対応部と、

40

前記第2線形対応信号列と前記第2量子化予測係数を用いて、第2線形対応信号列について予測を行い、第2線形対応予測値列を求める第2予測値算出部と、

前記第2線形対応予測値列に対して、前記第2線形対応処理と逆の変換を行って第2出力予測値列を求める第2線形逆対応部と、

前記第2出力予測値列と前記予測残差列とを加算して第2出力信号列を求める第2加算

50

部と、

復号化された第 1 出力信号列と前記第 1 量子化予測係数を用いて、第 1 出力信号列について予測を行い、第 1 出力予測値列を求める第 1 予測値算出部と、

前記第 1 出力予測値列と前記第 2 出力信号列とを加算して第 1 出力信号列を求める第 1 加算部と、

を備える復号化装置。

【請求項 1 1】

振幅が圧縮された入力信号列（以下、「第 1 入力信号列」という）を符号化する符号化方法であって、

前記第 1 入力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第 1 線形対応処理によって、前記第 1 入力信号列を第 1 線形対応信号列に変換する第 1 線形対応ステップと、

前記第 1 線形対応信号列を用いて第 1 予測係数を求める第 1 線形予測ステップと、

前記第 1 予測係数を量子化して第 1 量子化予測係数を求める第 1 量子化ステップと、

前記第 1 線形対応信号列について、前記第 1 量子化予測係数を用いて予測を行い、第 1 線形対応予測値列を求める第 1 予測値算出ステップと、

前記第 1 線形対応予測値列に対して、前記第 1 線形対応処理と逆の変換を行って第 1 入力予測値列を求める第 1 線形逆対応ステップと、

前記第 1 入力信号列と前記第 1 入力予測値列との差を第 2 入力信号列として求める第 1 減算ステップと、

前記第 2 入力信号列を用いて第 2 予測係数を求める第 2 線形予測ステップと、

前記第 2 予測係数を量子化して第 2 量子化予測係数を求める第 2 量子化ステップと、

前記第 2 入力信号列について、前記第 2 量子化予測係数を用いて予測を行い、第 2 入力予測値列を求める第 2 予測値算出ステップと、

前記第 2 入力信号列と前記第 2 入力予測値列との差を予測残差列として求める第 2 減算ステップと、

前記第 1 量子化予測係数と前記第 2 量子化予測係数と前記予測残差列を符号化する符号化ステップと、

を有する符号化方法。

【請求項 1 2】

振幅が圧縮された入力信号列（以下、「第 1 入力信号列」という）を符号化する符号化方法であって、

前記第 1 入力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第 1 線形対応処理によって、前記第 1 入力信号列を第 1 線形対応信号列に変換する第 1 線形対応ステップと、

前記第 1 線形対応信号列を用いて第 1 予測係数を求める第 1 線形予測ステップと、

前記第 1 予測係数を量子化して第 1 量子化予測係数を求める第 1 量子化ステップと、

前記第 1 線形対応信号列について、前記第 1 量子化予測係数を用いて予測を行い、第 1 線形対応予測値列を求める第 1 予測値算出ステップと、

前記第 1 線形対応信号列と前記第 1 線形対応予測値列との差を第 1 線形対応予測誤差列として求める第 1 減算ステップと、

前記第 1 線形対応予測誤差列に対して、前記第 1 線形対応処理と逆の変換を行って第 2 入力信号列を求める第 1 線形逆対応ステップと、

前記第 2 入力信号列を用いて第 2 予測係数を求める第 2 線形予測ステップと、

前記第 2 予測係数を量子化して第 2 量子化予測係数を求める第 2 量子化ステップと、

前記第 2 入力信号列について、前記第 2 量子化予測係数を用いて予測を行い、第 2 入力予測値列を求める第 2 予測値算出ステップと、

前記第 2 入力信号列と前記第 2 入力予測値列との差を予測残差列として求める第 2 減算ステップと、

前記第 1 量子化予測係数と前記第 2 量子化予測係数と前記予測残差列を符号化する符号

10

20

30

40

50

化ステップと、
を有する符号化方法。

【請求項 1 3】

振幅が圧縮された入力信号列（以下、「第 1 入力信号列」という）を符号化する符号化方法であって、

前記第 1 入力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第 1 線形対応処理によって、前記第 1 入力信号列を第 1 線形対応信号列に変換する第 1 線形対応ステップと、

前記第 1 線形対応信号列を用いて第 1 予測係数を求める第 1 線形予測ステップと、

前記第 1 予測係数を量子化して第 1 量子化予測係数を求める第 1 量子化ステップと、

前記第 1 線形対応信号列について、前記第 1 量子化予測係数を用いて予測を行い、第 1 線形対応予測値列を求める第 1 予測値算出ステップと、

前記第 1 線形対応予測値列に対して、前記第 1 線形対応処理と逆の変換を行って第 1 入力予測値列を求める第 1 線形逆対応ステップと、

前記第 1 入力信号列と前記第 1 入力予測値列との差を第 2 入力信号列として求める第 1 減算ステップと、

前記第 1 入力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第 2 線形対応処理によって、前記第 2 入力信号列を第 2 線形対応信号列に変換する第 2 線形対応ステップと、

前記第 2 線形対応信号列を用いて第 2 予測係数を求める第 2 線形予測ステップと、

前記第 2 予測係数を量子化して第 2 量子化予測係数を求める第 2 量子化ステップと、

前記第 2 線形対応信号列について、前記第 2 量子化予測係数を用いて予測を行い、第 2 線形対応予測値列を求める第 2 予測値算出ステップと、

前記第 2 線形対応予測値列に対して、前記第 2 線形対応処理と逆の変換を行って第 2 入力予測値列を求める第 2 線形逆対応ステップと、

前記第 2 入力信号列と前記第 2 入力予測値列との差を予測残差列として求める第 2 減算ステップと、

前記第 1 量子化予測係数と前記第 2 量子化予測係数と前記予測残差列を符号化する符号化ステップと、

を有する符号化方法。

【請求項 1 4】

振幅が圧縮された入力信号列（以下、「第 1 入力信号列」という）を符号化する符号化方法であって、

前記第 1 入力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第 1 線形対応処理によって、前記第 1 入力信号列を第 1 線形対応信号列に変換する第 1 線形対応ステップと、

前記第 1 線形対応信号列を用いて第 1 予測係数を求める第 1 線形予測ステップと、

前記第 1 予測係数を量子化して第 1 量子化予測係数を求める第 1 量子化ステップと、

第 1 線形対応信号列について、前記第 1 量子化予測係数を用いて予測を行い、第 1 線形対応予測値列を求める第 1 予測値算出ステップと、

前記第 1 線形対応信号列と前記第 1 線形対応予測値列との差を第 1 線形対応予測誤差列として求める第 1 減算ステップと、

前記第 1 線形対応予測誤差列に対して、前記第 1 線形対応処理と逆の変換を行って第 2 入力信号列を求める第 1 線形逆対応ステップと、

前記第 1 入力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第 2 線形対応処理によって、前記第 2 入力信号列を第 2 線形対応信号列に変換する第 2 線形対応ステップと、

前記第 2 線形対応信号列を用いて第 2 予測係数を求める第 2 線形予測ステップと、

前記第 2 予測係数を量子化して第 2 量子化予測係数を求める第 2 量子化ステップと、

第 2 線形対応信号列について、前記第 2 量子化予測係数を用いて予測を行い、第 2 線形

10

20

30

40

50

対応予測値列を求める第2予測値算出ステップと、

前記第2線形対応予測値列に対して、前記第2線形対応処理と逆の変換を行って第2入力予測値列を求める第2線形逆対応ステップと、

前記第2入力信号列と前記第2入力予測値列との差を予測残差列として求める第2減算ステップと、

前記第1量子化予測係数と前記第2量子化予測係数と前記予測残差列を符号化する符号化ステップと、

有する符号化方法。

【請求項15】

振幅が圧縮された入力信号列（以下、「第1入力信号列」という）を符号化する符号化方法であって、

前記第1入力信号列を用いて第1予測係数を求める第1線形予測ステップと、

前記第1予測係数を量子化して第1量子化予測係数を求める第1量子化ステップと、

前記第1入力信号列について、前記第1量子化予測係数を用いて予測を行い、第1入力予測値列を求める第1予測値算出ステップと、

前記第1入力信号列と前記第1入力予測値列との差を第2入力信号列として求める第1減算ステップと、

前記第1入力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第2線形対応処理によって、前記第2入力信号列を第2線形対応信号列に変換する第2線形対応ステップと、

前記第2線形対応信号列を用いて第2予測係数を求める第2線形予測ステップと、

前記第2予測係数を量子化して第2量子化予測係数を求める第2量子化ステップと、

前記第2線形対応信号列について、前記第2量子化予測係数を用いて予測を行い、第2線形対応予測値列を求める第2予測値算出ステップと、

前記第2線形対応予測値列に対して、前記第2線形対応処理と逆の変換を行って第2入力予測値列を求める第2線形逆対応ステップと、

前記第2入力信号列と前記第2入力予測値列との差を予測残差列として求める第2減算ステップと、

前記第1量子化予測係数と前記第2量子化予測係数と前記予測残差列を符号化する符号化ステップと、

を有する符号化方法。

【請求項16】

振幅が圧縮された出力信号列（以下、「第1出力信号列」という）に復号化する復号化方法であって、

第1量子化予測係数と第2量子化予測係数と予測残差列を求める復号化ステップと、

復号化済の第2出力信号列と前記第2量子化予測係数を用いて、第2出力信号列について予測を行い、第2出力予測値列を求める第2予測値算出ステップと、

前記第2出力予測値列と前記予測残差列とを加算して第2出力信号列を求める第2加算ステップと、

前記第1出力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第1線形対応処理によって、復号化された第1出力信号列を第1線形対応信号列に変換する第1線形対応ステップと、

前記第1線形対応信号列と前記第1量子化予測係数を用いて、第1線形対応信号列について予測を行い、第1線形対応予測値列を求める第1予測値算出ステップと、

前記第1線形対応予測値列に対して、前記第1線形対応処理と逆の変換を行って第1出力予測値列を求める第1線形逆対応ステップと、

前記第1出力予測値列と前記第2出力信号列とを加算して第1出力信号列を求める第1加算ステップと、

を有する復号化方法。

【請求項17】

10

20

30

40

50

振幅が圧縮された出力信号列（以下、「第1出力信号列」という）に復号化する復号化方法であって、

第1量子化予測係数と第2量子化予測係数と予測残差列を求める復号化ステップと、
復号化済の第2出力信号列と前記第2量子化予測係数を用いて、第2出力信号列について予測を行い、第2出力予測値列を求める第2予測値算出ステップと、

前記第2出力予測値列と前記予測残差列とを加算して第2出力信号列を求める第2加算ステップと、

前記第1出力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第1線形対応処理によって、前記第2出力信号列を第1線形対応予測誤差列に変換する第1線形対応ステップと、

前記第1線形対応信号列と前記第1量子化予測係数を用いて、第1線形対応信号列について予測を行い、第1線形対応予測値列を求める第1予測値算出ステップと、

前記第1線形対応予測値列と前記第1線形対応予測誤差列とを加算して第1線形対応信号列を求める第1加算ステップと、

前記第1線形対応信号列に対して、前記第1線形対応処理と逆の変換を行って第1出力信号列を求める第1線形逆対応ステップと、

を有する復号化方法。

【請求項18】

振幅が圧縮された出力信号列（以下、「第1出力信号列」という）に復号化する復号化方法であって、

第1量子化予測係数と第2量子化予測係数と予測残差列を求める復号化ステップと、
前記第1出力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第2線形対応処理によって、復号化された第2出力信号列を第2線形対応信号列に変換する第2線形対応ステップと、

前記第2線形対応信号列と前記第2量子化予測係数を用いて、第2線形対応信号列について予測を行い、第2線形対応予測値列を求める第2予測値算出ステップと、

前記第2線形対応予測値列に対して、前記第2線形対応処理と逆の変換を行って第2出力予測値列を求める第2線形逆対応ステップと、

前記第2出力予測値列と前記予測残差列とを加算して第2出力信号列を求める第2加算ステップと、

前記第1出力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第1線形対応処理によって、復号化された第1出力信号列を第1線形対応信号列に変換する第1線形対応ステップと、

前記第1線形対応信号列と前記第1量子化予測係数を用いて、第1線形対応信号列について予測を行い、第1線形対応予測値列を求める第1予測値算出ステップと、

前記第1線形対応予測値列に対して、前記第1線形対応処理と逆の変換を行って第1出力予測値列を求める第1線形逆対応ステップと、

前記第1出力予測値列と前記第2出力信号列とを加算して第1出力信号列を求める第1加算ステップと、

を有する復号化方法。

【請求項19】

振幅が圧縮された出力信号列（以下、「第1出力信号列」という）に復号化する復号化方法であって、

第1量子化予測係数と第2量子化予測係数と予測残差列を求める復号化ステップと、
前記第1出力信号列の各信号を前記第1出力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第2線形対応処理によって、復号化された第2出力信号列を第2線形対応信号列に変換する第2線形対応ステップと、

前記第2線形対応信号列と前記第2量子化予測係数を用いて、第2線形対応信号列について予測を行い、第2線形対応予測値列を求める第2予測値算出ステップと、

前記第2線形対応予測値列に対して、前記第2線形対応処理と逆の変換を行って第2出

10

20

30

40

50

力予測値列を求める第2線形逆対応ステップと、

前記第2出力予測値列と前記予測残差列とを加算して第2出力信号列を求める第2加算ステップと、

前記第1出力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第1線形対応処理によって、前記第2出力信号列を第1線形対応予測誤差列に変換する第1線形対応ステップと、

前記第1線形対応信号列と前記第1量子化予測係数を用いて、第1線形対応予測値列について予測を行い、第1線形対応予測値列を求める第1予測値算出ステップと、

前記第1線形対応予測値列と前記第1線形対応予測誤差列とを加算して第1線形対応信号列を求める第1加算ステップと、

前記第1線形対応信号列に対して、前記第1線形対応処理と逆の変換を行って第1出力信号列を求める第1線形逆対応ステップと、

を有する復号化方法。

【請求項20】

振幅が圧縮された出力信号列（以下、「第1出力信号列」という）に復号化する復号化方法であって、

第1量子化予測係数と第2量子化予測係数と予測残差列を求める復号化ステップと、

前記第1出力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第2線形対応処理によって、復号化された第2出力信号列を第2線形対応信号列に変換する第2線形対応ステップと、

前記第2線形対応信号列と前記第2量子化予測係数を用いて、第2線形対応信号列について予測を行い、第2線形対応予測値列を求める第2予測値算出ステップと、

前記第2線形対応予測値列に対して、前記第2線形対応処理と逆の変換を行って第2出力予測値列を求める第2線形逆対応ステップと、

前記第2出力予測値列と前記予測残差列とを加算して第2出力信号列を求める第2加算ステップと、

復号化された第1出力信号列と前記第1量子化予測係数を用いて、第1出力信号列について予測を行い、第1出力予測値列を求める第1予測値算出ステップと、

前記第1出力予測値列と前記第2出力信号列とを加算して第1出力信号列を求める第1加算ステップと、

を有する復号化方法。

【請求項21】

請求項1から10のいずれかに記載された装置の各構成部をコンピュータにより実現するプログラム。

【請求項22】

請求項21記載のプログラムを記録した、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】

本発明は、対数近似圧伸PCMなどの圧縮された信号列の符号化装置、復号化装置、符号化方法、復号化方法、プログラム、記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

音声、画像などの情報を圧縮する方法として歪の無い可逆の符号化が知られている。また、波形をそのまま線形PCM信号として記録した場合には各種の圧縮符号化が考案されている（非特許文献1）。

【0003】

一方、電話の長距離伝送やVoIP用の音声伝送には、振幅をそのままの数値とする線形PCMではなく、振幅を対数に近似させた対数近似圧伸PCM（非特許文献2）などが使われている。また、代表的な対数近似圧伸PCM（非特許文献2）であるG.711の

10

20

30

40

50

符号を、線形な数値 (unsigned 8bit value) にマッピングして符号化する技術もある (非特許文献 3)。そして、非特許文献 3 のような符号化技術には、線形予測係数を求める処理を含むものがある。

【 0 0 0 4 】

一般的に線形予測係数を求める処理は、以下のような処理である。n 番目の時刻の入力信号を $x(n)$ とする。P 次の線形予測では、 $x(n)$ を P 個の予測係数 α_p (ただし、 p は 1 以上 P 以下の整数) と $x(n-1), \dots, x(n-P)$ で予測する。具体的には、n 番目の時刻の入力信号の予測値 $\hat{x}(n)$ と予測値の誤差 (予測誤差) $e(n)$ は、次式のように求められる。

【 0 0 0 5 】

【数 1】

$$\begin{cases} \hat{x}(n) = \sum_{p=1}^P \alpha_p x(n-p) \\ e(n) = x(n) - \sum_{p=1}^P \alpha_p x(n-p) \end{cases}$$

そして、符号化装置から復号化装置に、予測係数 α_p と予測誤差 $e(n)$ の情報 (予測係数 α_p と予測誤差 $e(n)$ を符号化した符号) を送る。復号化装置では、次式のように信号 $x(n)$ を再生する。

【 0 0 0 6 】

【数 2】

$$x(n) = e(n) + \sum_{p=1}^P \alpha_p x(n-p)$$

このように、入力信号 $x(n)$ を直接符号化するのではなく、線形予測した上で予測誤差 $e(n)$ を符号化の方が、符号化の対象となる信号の振幅を小さくできるので符号量を少なくできる。

【非特許文献 1】Mat Hans, "Lossless Compression of Digital Audio", IEEE SIGNAL PROCESSING MAGAZINE, July 2001, pp.21-32.

【非特許文献 2】ITU-T Recommendation G.711, "Pulse Code Modulation (PCM) of Voice Frequencies".

【非特許文献 3】Florin Ghido, and Ioan Tabus, "ACCOUNTING FOR COMPANDING NONLINEARITIES IN LOSSLESS AUDIO COMPRESSION", in ICASSP 2007 Proceedings, pp.1-261-1-264 IEEE, 2007.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

一般の電話に代わって VoIP システムが普及してくると、VoIP 用の音声伝送のために求められる伝送容量は増大する。たとえば、非特許文献 2 の ITU-T G.711 の場合であれば、1 回線に対して $64 \text{ kbit/s} \times 2$ の伝送容量が必要だが、回線数が増えれば求められる伝送容量も増大する。したがって、対数近似圧伸 PCM などの圧縮された信号列を圧縮符号化する技術 (符号量を低減できる技術) が求められる。圧縮とは、元の信号の大小関係 (大きさ) を番号系列で示すことを意味している。元の信号の大小関係 (大きさ) を示す番号系列とは、大小関係を維持したまま、あるいは大小関係を反転して、均等間隔に付された数である。また、元の信号の大小関係 (大きさ) を示す番号系列には、1 つの元の信号の大きさ (例えば "0") に対して 2 つの異なる番号を付与する場合も含まれる。図 1 は、第 2 信号列の振幅の例を示す図である。横軸は線形 PCM の場合の値であり、縦軸は対数近似圧伸 PCM の場合の対応する値である。図 2 は、8 ビットの μ 則の具体的な形式を示す図である。正負を示す 1 ビット (極性)、指数 (傾き) を示す 3 ビット (指数部)、線形符号での増分を示す 4 ビット (線形部) から構成されている。この

10

20

30

40

50

形式の対数近似圧伸PCMの場合、-127から127までの数値を表現できる。これは、線形PCMの-8158から8158までに相当する(図1)。なお、本明細書内で用いる「信号」とは、例えば図2に示されたような「ビット列」を意味しており、「信号列」とはこのような信号が複数個並んだ系列(例えば、160個の信号が並んだ系列)を指す。

【0008】

対数近似圧伸PCMなどの圧縮された入力信号列を圧縮符号化する技術として、以下のような符号化装置と復号化装置が考えられる。図3に、入力信号列を符号化する符号化装置の機能構成例を示す。また、図4に、この符号化装置の処理フロー例を示す。符号化装置1100は、線形予測部1110、量子化部1120、予測値算出部1130、減算部1140、係数符号化部1150、残差符号化部1160を備える。入力信号列は、フレーム単位に分割した信号列 $X = \{x(1), x(2), \dots, x(N)\}$ とする。なお、Nは1フレームのサンプル数である。

10

【0009】

符号化装置1100に、フレーム単位に分割された入力信号列Xが入力されると、線形予測部1110は、フレーム単位に分割された入力信号列Xから予測係数 $K = \{k(1), k(2), \dots, k(P)\}$ を求める(S1110)。なお、Pは予測次数である。量子化部1120は、予測係数Kを量子化して量子化予測係数 $K' = \{k'(1), k'(2), \dots, k'(P)\}$ を求める(S1120)。予測値算出部1130は、入力信号列Xと量子化予測係数 K' を用いて、次式のように予測値列 $Y = \{y(1), y(2), \dots, y(N)\}$ を求める(S1130)。

20

【0010】

【数3】

$$y(n) = \sum_{i=1}^P k'(i)x(n-i)$$

ただし、nは1以上N以下の整数である。減算部1140は、入力信号列Xと予測値列Yとの差(予測残差列) $E = \{e(1), e(2), \dots, e(N)\}$ を求める(S1140)。係数符号化部1150は、量子化予測係数 K' を符号化し、予測係数符号 C_k を出力する(S1150)。残差符号化部1160は、予測残差列Eを符号化し、予測残差符号 C_e を出力する(S1160)。

30

【0011】

図5に、受信した符号を出力信号列(符号化装置に入力された入力信号列)に復号化する復号化装置の機能構成例を示す。また、図6に、この復号化装置の処理フロー例を示す。復号化装置1600は、残差復号化部1610、係数復号化部1620、予測値算出部1630、加算部1640を備える。残差復号化部1610は、予測残差符号 C_e と復号化して予測残差列Eを求める(S1610)。係数復号化部1620は、予測係数符号 C_k を復号化して量子化予測係数 K' を求める(S1620)。予測値算出部1630は、復号化された第2信号列Xと量子化予測係数 K' を用いて、次式のように出力予測値列Yを求める(S1630)。

40

【0012】

【数4】

$$y(n) = \sum_{i=1}^P k'(i)x(n-i)$$

加算部1640は、出力予測値列Yと予測残差列Eとを加算して出力信号列X(符号化装置に入力された入力信号列)を求める(S1640)。このような構成により、圧縮された信号列を可逆圧縮できる。しかし、G.711などの圧縮された信号列を、上述のように可逆圧縮しても圧縮効率が十分高いとは言えない。一般的に、線形な信号列は効率よく予測できる。しかし、線形な信号列は、もともと振幅を表すためのビット数が多くなるの

50

で符号量も多くなってしまふ。一方、圧縮された信号列をそのまま数値とみなせば、振幅を表すためのビット数を少なくできる。しかし、波形自体が不自然なので、予測効率が悪くなる。

【 0 0 1 3 】

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、信号列に対して高い符号化効率を実現し、符号量を削減することを目的とする。また、特に圧縮された信号列に対して、有効に符号量を削減することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 4 】

本発明の符号化装置は、振幅が圧縮された入力信号列（以下、「第1入力信号列」という）を符号化する符号化装置である。また、本発明の復号化装置は、入力された第1係数符号、第2係数符号、予測誤差符号を、第1出力信号列（符号化装置に入力された入力信号列）に復号化する復号化装置である。圧縮とは、元の信号を、元の信号の大小関係（大きさ）を示す番号系列中の元の信号の大きさに対応する番号で示すことを意味している。元の信号の大小関係（大きさ）を示す番号系列とは、元の信号の大小関係を維持したままの、あるいは大小関係を反転した、均等間隔の番号の系列である。例えば、1, 2, 3, ...でもよいし、2, 4, 6, ...のようにしてもよい。また、元の信号の大小関係（大きさ）を示す番号系列には、1つの元の信号の大きさ（例えば“0”）に対応する番号として複数の異なる番号が含まれている場合もある。この場合は、圧縮の際には、元の信号の大きさに対応する番号のいずれか1つの番号が付与される。なお、本発明における上記番号系列は、大小関係が元の信号の大小関係と完全に線形な番号系列ではないものとする。すなわち、元の信号が線形PCMである場合は除かれる。

【 0 0 1 5 】

本発明の符号化装置は、振幅が圧縮された信号列を符号化する装置であって、多段の線形予測手段を有している。そして、少なくともいずれかの線形予測手段で、入力された信号列の各信号に対して、圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な線形対応処理を行う。そして、線形対応処理が施された信号列に対して線形予測を行い、予測係数を求める。

【 0 0 1 6 】

請求項1記載の符号化装置（請求項1記載の符号化方法）は、第1線形対応部、第1線形予測部、第1量子化部、第1予測値算出部、第1線形逆対応部、第1減算部、第2線形予測部、第2量子化部、第2予測値算出部、第2減算部、符号化部を備える。第1線形対応部は、第1入力信号列 $X = \{ x(1), x(2), \dots, x(N) \}$ の各信号を、圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第1線形対応処理 $f(\cdot)$ によって、第1線形対応信号列 $Y = \{ y(1), y(2), \dots, y(N) \}$ に変換する。第1線形予測部は、記第1線形対応信号列 Y を用いて第1予測係数 $\{ \alpha(1), \alpha(2), \dots, \alpha(P) \}$ を求める。第1量子化部は、第1予測係数を量子化して第1量子化予測係数 $\alpha' = \{ \alpha'(1), \alpha'(2), \dots, \alpha'(P) \}$ を求める。第1予測値算出部は、第1量子化予測係数 α' を用いて、第1線形対応予測値列 $Y' = \{ y'(1), y'(2), \dots, y'(N) \}$ を求める。第1線形逆対応部は、第1線形対応予測値列 Y' に対して、第1線形対応処理と逆の変換 $f^{-1}(\cdot)$ を行って第1入力予測値列 $X' = \{ x'(1), x'(2), \dots, x'(N) \}$ を求める。第1減算部は、第1入力信号列 X と第1入力予測値列 X' との差を、第2入力信号列 $Z = \{ z(1), z(2), \dots, z(N) \}$ として求める。

【 0 0 1 7 】

第2線形予測部は、第2入力信号列 Z を用いて第2予測係数 $\{ \beta(1), \beta(2), \dots, \beta(P) \}$ を求める。第2量子化部は、第2予測係数を量子化して第2量子化予測係数 $\beta' = \{ \beta'(1), \beta'(2), \dots, \beta'(P) \}$ を求める。第2予測値算出部は、第2量子化予測係数 β' を用いて、第2入力予測値列 $Z' = \{ z'(1), z'(2), \dots, z'(N) \}$ を求める。第2減算部は、第2入力信号列 Z と第2入力予測値

10

20

30

40

50

列 Z' との差を、予測残差列 $E = \{ e(1), e(2), \dots, e(N) \}$ として求める。符号化部は、第1量子化予測係数 α_1 と第2量子化予測係数 α_2 と予測残差列 E を符号化し、第1係数符号 C_1 と第2係数符号 C_2 と予測残差符号 C_e を出力する。

【0018】

請求項6記載の復号化装置（請求項16記載の復号化方法）は、請求項1記載の符号化装置（請求項11記載の符号化方法）で符号化した符号を復号化する装置である。この復号化装置は、復号化部、第2予測値算出部、第2加算部、第1線形対応部、第1予測値算出部、第1線形逆対応部、第1加算部を備える。

【0019】

復号化部は、第1係数符号 C_1 から第1量子化予測係数 α_1 を、第2係数符号 C_2 から第2量子化予測係数 α_2 を、予測残差符号 C_e から予測残差列 E を求める。第2予測値算出部は、復号化された第2出力信号列 Z （符号化装置の第2入力信号列に相当）と第2量子化予測係数 α_2 を用いて、第2出力予測値列 Z' （符号化装置の第2入力予測値列に相当）を求める。第2加算部は、第2出力予測値列 Z' と予測残差列 E とを加算して第2出力信号列 Z を求める。

10

【0020】

第1線形対応部は、復号化された第1出力信号列 X （符号化装置の第1入力信号列に相当）の各信号を、圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第1線形対応処理 $f(\cdot)$ によって、第1線形対応信号列 Y に変換する。第1予測値算出部は、第1線形対応信号列 Y と第1量子化予測係数 α_1 を用いて、第1線形対応予測値列 Y' を求める。第1線形逆対応部は、第1線形対応予測値列 Y' に対して、第1線形対応処理と逆の変換 $f^{-1}(\cdot)$ を行って第1出力予測値列 X' （符号化装置の第1入力予測値列に相当）を求める。第1加算部は、第1出力予測値列 X' と第2出力信号列 Z とを加算して第1出力信号列 X を求める。

20

【0021】

請求項2記載の符号化装置（請求項12記載の符号化方法）は、第1入力信号に対する予測誤差（第2入力信号）を、第1線形対応予測誤差列 W （第1線形対応予測値列 Y' と第1線形対応信号列 Y との差）に対して、第1線形対応処理と逆の変換 $f^{-1}(\cdot)$ を行う点が、請求項1記載の符号化装置（請求項11記載の符号化方法）と異なるが、その他は同じである。請求項7記載の復号化装置（請求項17記載の復号化方法）は、請求項2記載の符号化装置（請求項12記載の符号化方法）で符号化した符号を復号化する装置である。

30

【0022】

請求項3記載の符号化装置（請求項13記載の符号化方法）は、第2予測値算出部の入力と出力が、前記第1入力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第2線形対応処理 $g(\cdot)$ によって変換された信号列（第2線形対応信号列 V と第2線形対応予測値列 V' ）であることが、請求項1記載の符号化装置（請求項11記載の符号化方法）と異なるが、その他は同じである。請求項8記載の復号化装置（請求項18記載の復号化方法）は、請求項3記載の符号化装置（請求項13記載の符号化方法）で符号化した符号を復号化する装置である。

40

【0023】

請求項4記載の符号化装置（請求項14記載の符号化方法）は、第2予測値算出部の入力と出力が、前記第1入力信号列の各信号を圧縮前の信号列の各信号と線形な関係に近づける可逆な第2線形対応処理 $g(\cdot)$ によって変換された信号列（第2線形対応信号列 V と第2線形対応予測値列 V' ）であることが、請求項2記載の符号化装置（請求項12記載の符号化方法）と異なるが、その他は同じである。請求項9記載の復号化装置（請求項19記載の復号化方法）は、請求項4記載の符号化装置（請求項14記載の符号化方法）で符号化した符号を復号化する装置である。

【0024】

請求項5記載の符号化装置（請求項15記載の符号化方法）は、1段目の線形予測で、

50

圧縮された第1入力信号列を対象として線形予測することが、請求項3または4記載の符号化装置（請求項13または14記載の符号化方法）と異なる。請求項10記載の復号化装置（請求項20記載の復号化方法）は、請求項5記載の符号化装置（請求項15記載の符号化方法）で符号化した符号を復号化する装置である。

【0025】

なお、「元の信号列と線形な関係に近づける処理」とは、圧縮された信号列と元の信号列と線形な関係の信号列との中間的な信号列にする処理であり、元の信号列と線形な関係の信号列にする処理は含まない。具体的には、以下のような処理である。線形な関係とは、元の信号列の1つのサンプル値の振幅を s とするとき、

$$|1 - H(s) / H(s)| = 0$$

10

ただし、 α は任意の実数

を満足する関数 $H(\cdot)$ によって変換された信号列を意味している。なお、この式では離散化に伴う誤差は無視している。圧縮された入力信号列の1つのサンプル値の振幅 x と元の信号列の1つのサンプル値の振幅 s との関係が $x = G(s)$ の場合、任意の α に対しては

$$|1 - G(s) / G(s)| = 0$$

を満足しない。「線形な関係に近づける処理」とは、この処理を関数 $f(\cdot)$ とすると、任意の α に対して、

$$|1 - f(x) / f(x)| < |1 - G(s) / G(s)|$$

であり、かつ、すべての α に対しては

$$|1 - f(x) / f(x)| = 0$$

20

は満足しない。関数 $f(\cdot)$ の具体例としては、入力信号列と元の信号列と線形な信号列との重みつき加算を行う処理がある。

【発明の効果】

【0026】

本発明の符号化装置と復号化装置によれば、線形または線形に近い信号に変換した後での予測と、振幅が圧縮されたままの信号での予測または別の変換で線形または線形に近い信号に変換した後での予測を組み合わせるので、予測残差の振幅を小さくし、符号量を少なくできる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

30

[第1実施形態]

図7に、第1実施形態の符号化装置の機能構成例を示す。また、図8に第1実施形態の符号化装置の処理フローを示す。符号化装置100は、第1線形対応部105、第1線形予測部110、第1量子化部120、第1予測値算出部130、第1線形逆対応部135、第1減算部140、第2線形予測部160、第2量子化部170、第2予測値算出部180、第2減算部190、第1係数符号化部145、第2係数符号化部195、残差符号化部199を備える。

【0028】

第1線形対応部105は、符号化装置100への入力前に既に圧縮済の信号である第1入力信号列 $X = \{x(1), x(2), \dots, x(N)\}$ を、圧縮前の信号列と線形な関係

40

に近づける可逆な第1線形対応処理 $f(\cdot)$ によって、第1線形対応信号列 $Y = \{y(1), y(2), \dots, y(N)\}$ に変換する(S105)。つまり、 $n = 1, \dots, N$ に対して $y(n) = f(x(n))$ を行う。また、「元の信号列と線形な関係に近づける処理」とは、圧縮された信号列と元の信号列と線形な関係の信号列との中間的な信号列にする処理であり、元の信号列と線形な関係の信号列にする処理は含まない。

【0029】

第1線形予測部110は、第1線形対応信号列 Y を用いて P 次の第1予測係数 $\hat{a} = \{\hat{a}(1), \hat{a}(2), \dots, \hat{a}(P)\}$ を求める(S110)。第1量子化部120は、第1予測係数 \hat{a} を量子化して第1量子化予測係数 $\hat{a}' = \{\hat{a}'(1), \hat{a}'(2), \dots,$

50

$y'(n)$ を求める (S120)。第1予測値算出部130は、第1量子化予測係数 $a'(n)$ を用いて、 $n = 1, \dots, N$ に対して

$$y'(n) = a'(1)y'(n-1) + \dots + a'(P)y'(n-P)$$

の計算を行い、第1線形対応予測値列 $Y' = \{y'(1), y'(2), \dots, y'(N)\}$ を求める (S130)。第1線形逆対応部135は、第1線形対応予測値列 Y' に対して、第1線形対応処理と逆の変換 $f^{-1}(\cdot)$ を行って第1入力予測値列 $X' = \{x'(1), x'(2), \dots, x'(N)\}$ を求める (S135)。つまり、 $n = 1, \dots, N$ に対して

$$x'(n) = f^{-1}(y'(n))$$

を行う。第1減算部140は、第1入力信号列 X と第1入力予測値列 X' との差を、 $n = 1, \dots, N$ に対して

$$z(n) = x(n) - x'(n)$$

のように求め、第2入力信号列 $Z = \{z(1), z(2), \dots, z(N)\}$ とする (S140)。なお、第2入力信号列 Z は、1段目の線形係数を求める処理 (ステップS105 ~ S140) での残差信号列に相当する。

【0030】

第2線形予測部160は、第2入力信号列 Z を用いて、 P 次の第2予測係数 $a'' = \{a''(1), a''(2), \dots, a''(P)\}$ を求める (S160)。第2量子化部170は、第2予測係数 a'' を量子化して第2量子化予測係数 $a'(n) = \{a'(1), a'(2), \dots, a'(P)\}$ を求める (S170)。第2予測値算出部180は、第2量子化予測係数 $a'(n)$ を用いて、 $n = 1, \dots, N$ に対して

$$z'(n) = a'(1)z'(n-1) + \dots + a'(P)z'(n-P)$$

の計算を行い、第2入力予測値列 $Z' = \{z'(1), z'(2), \dots, z'(N)\}$ を求める (S180)。第2減算部190は、第2入力信号列 Z と第2入力予測値列 Z' との差を、予測残差列 $E = \{e(1), e(2), \dots, e(N)\}$ として求める (S190)。つまり、 $n = 1, \dots, N$ に対して

$$e(n) = z(n) - z'(n)$$

の計算を行う。

【0031】

第1係数符号化部145は、第1量子化予測係数 $a'(n)$ を符号化し、第1係数符号 C_1 を出力する (S145)。第2係数符号化部195は、第2量子化予測係数 $a''(n)$ を符号化し、第2係数符号 C_2 を出力する (S195)。残差符号化部199は、予測残差列 E を符号化し、予測残差符号 C_e を出力する (S199)。なお、第1係数符号化部145、第2係数符号化部195、残差符号化部199をまとめて1つの符号化部としてもよい。また、第1量子化予測係数 $a'(n)$ と第2量子化予測係数 $a''(n)$ の両方を示す情報として、1つの係数符号を出力してもよい。

【0032】

図9に、第1実施形態の復号化装置の機能構成例を示す。また、図10に、第1実施形態の復号化装置の処理フローを示す。復号化装置600は、符号化装置100で符号化した符号を復号化する装置である。復号化装置600は、第1係数復号化部620、第2係数復号化部670、残差復号化部699、第2予測値算出部680、第2加算部690、第1線形対応部625、第1予測値算出部630、第1線形逆対応部635、第1加算部640を備える。

【0033】

第1係数復号化部620は、第1係数符号 C_1 から第1量子化予測係数 $a'(n)$ を求める (S620)。第2係数復号化部670は、第2係数符号 C_2 から第2量子化予測係数 $a''(n)$ を求める (S670)。残差復号化部699は、予測残差符号 C_e から予測残差列 E を求める (S699)。なお、第1係数復号化部620、第2係数復号化部670、残差復号化部699をまとめて1つの復号化部としてもよい。また、第1量子化予測係数 $a'(n)$ と第2量子化予測係数 $a''(n)$ の両方を示す1つの係数符号から、第1量子化予測係数 $a'(n)$ と第2

10

20

30

40

50

量子化予測係数 α' を求めてもよい。

【0034】

第2予測値算出部680は、復号化された第2出力信号列Z（符号化装置の第2入力信号列に相当）と第2量子化予測係数 α' を用いて、 $n = 1, \dots, N$ に対して

$$z'(n) = \alpha'(1)z(n-1) + \dots + \alpha'(P)z(n-P)$$

の計算を行い、第2出力予測値列Z'（符号化装置の第2入力予測値列に相当）を求める（S680）。第2加算部690は、第2出力予測値列Z'と予測残差列Eとを加算して第2出力信号列Zを求める（S690）。つまり、 $n = 1, \dots, N$ に対して

$$z(n) = z'(n) + e(n)$$

を計算する。

10

【0035】

第1線形対応部625は、復号化された第1出力信号列X（符号化装置の第1入力信号列に相当）を、圧縮前の信号列と線形な関係に近づける可逆な第1線形対応処理 $f(\cdot)$ を、

$$y(n) = f(x(n)) \quad \text{ただし、} n = 1, \dots, N$$

のように行って、第1線形対応信号列Yに変換する（S625）。第1予測値算出部630は、すでに求められている第1線形対応信号列Yと第1量子化予測係数 α' を用いて、 $n = 1, \dots, N$ に対して

$$y'(n) = \alpha'(1)y(n-1) + \dots + \alpha'(P)y(n-P)$$

の計算を行い、第1線形対応予測値列Y'を求める（S630）。第1線形逆対応部635は、第1線形対応予測値列Y'に対して、第1線形対応処理と逆の変換 $f^{-1}(\cdot)$ を

$$x'(n) = f^{-1}(y'(n)) \quad \text{ただし、} n = 1, \dots, N$$

のように行って第1出力予測値列X'（符号化装置の第1入力予測値列に相当）を求める（S635）。第1加算部640は、第1出力予測値列X'と第2出力信号列Zとを加算して第1出力信号列Xを求める（S640）。つまり、 $n = 1, \dots, N$ に対して

$$x(n) = x'(n) + z(n)$$

を計算する。

20

【0036】

符号化装置100と復号化装置600によれば、線形または線形に近い信号に変換した後での予測と、振幅が圧縮されたままの信号での予測を組み合わせるので、予測残差の振幅を小さくし、符号量を少なくできる。

30

【0037】

[第2実施形態]

第2実施形態の符号化装置は、第1入力信号に対する予測誤差を求める処理が、第1線形対応処理 $f(\cdot)$ によって変換された状態である第1線形対応予測誤差列W（第1線形対応予測値列Y'と第1線形対応信号列Yとの差）として求める処理と、第1線形対応予測誤差列に対して第1線形対応処理と逆の変換 $f^{-1}(\cdot)$ を行う処理とで構成される点が、第1実施形態の符号化装置と異なる。

【0038】

図11に、第2実施形態の符号化装置の機能構成例を示す。また、図12に第2実施形態の符号化装置の処理フローを示す。符号化装置200は、第1線形対応部205、第1線形予測部110、第1量子化部120、第1予測値算出部130、第1減算部240、第1線形逆対応部235、第2線形予測部160、第2量子化部170、第2予測値算出部180、第2減算部190、第1係数符号化部145、第2係数符号化部195、残差符号化部199を備える。

40

【0039】

第1線形対応部205は、符号化装置200への入力前に既に圧縮済の信号である第1入力信号列Xを、圧縮前の信号列と線形な関係に近づける可逆な第1線形対応処理 $f(\cdot)$ によって、第1線形対応信号列Yに変換する（S205）。つまり、 $n = 1, \dots, N$ に対して

50

$$y(n) = f(x(n))$$

の計算を行う。第1線形予測部110は、第1線形対応信号列Yを用いてP次の第1予測係数を求める(S110)。第1量子化部120は、第1予測係数を量子化して第1量子化予測係数を求める(S120)。第1予測値算出部130は、第1量子化予測係数を用いて、第1線形対応予測値列Y'を求める(S130)。第1減算部240は、第1線形対応信号列Yと第1線形対応予測値列Y'との差を、第1線形対応予測誤差列 $W = \{w(1), w(2), \dots, w(N)\}$ として求める(S240)。つまり、 $n = 1, \dots, N$ に対して

$$w(n) = y(n) - y'(n)$$

の計算を行う。第1線形逆対応部235は、第1線形対応予測誤差列Wに対して、第1線形対応処理と逆の変換 $f^{-1}(\cdot)$ を行って、第2入力信号列Zを求める(S235)。つまり、 $n = 1, \dots, N$ に対して

$$z(n) = f^{-1}(w(n))$$

の計算を行う。第2線形予測部160は、第2入力信号列を用いて第2予測係数を求める(S160)。第2量子化部170は、第2予測係数を量子化して第2量子化予測係数を求める(S170)。第2予測値算出部180は、第2量子化予測係数を用いて、第2入力予測値列Z'を求める(S180)。第2減算部190は、第2入力信号列Zと第2入力予測値列Z'との差を求め、予測残差列Eとする(S190)。第1係数符号化部145は、第1量子化予測係数を符号化し、第1係数符号C₁を出力する(S145)。第2係数符号化部195は、第2量子化予測係数を符号化し、第2係数符号C₂を出力する(S195)。残差符号化部199は、予測残差列Eを符号化し、予測残差符号C_eを出力する(S199)。

【0040】

図13に、第2実施形態の復号化装置の機能構成例を示す。また、図14に、第2実施形態の復号化装置の処理フローを示す。復号化装置700は、符号化装置200が符号化した符号を、符号化装置200に入力された信号列に復号化する復号化装置である。復号化装置700は、第1係数復号化部620、第2係数復号化部670、残差復号化部699、第2予測値算出部680、第2加算部690、第1線形対応部725、第1予測値算出部630、第1加算部740、第1線形逆対応部735を備える。

【0041】

第1係数復号化部620は、第1係数符号C₁から第1量子化予測係数を求める(S620)。第2係数復号化部670は、第2係数符号C₂から第2量子化予測係数を求める(S670)。残差復号化部699は、予測残差符号C_eから予測残差列Eを求める(S699)。第2予測値算出部680は、復号化された第2出力信号列Z(符号化装置の第2入力信号列に相当)と第2量子化予測係数を用いて、第2出力予測値列Z'(符号化装置の第2入力予測値列に相当)を求める(S680)。第2加算部690は、第2出力予測値列Z'と予測残差列Eとを加算して第2出力信号列Zを求める(S690)。

【0042】

第1線形対応部725は、第2出力信号列Zを、圧縮前の信号列と線形な関係に近づける可逆な第1線形対応処理 $f(\cdot)$ によって、第1線形対応予測誤差列に変換する(S725)。つまり、

$$w(n) = f(z(n)) \quad \text{ただし、} n = 1, \dots, N$$

である。第1予測値算出部630は、第1線形対応信号列と第1量子化予測係数を用いて、第1線形対応予測値列を求める(S630)。第1加算部740は、第1線形対応予測値列Y'と第1線形対応予測誤差列Wとを、 $y(n) = y'(n) + w(n)$ のように加算して第1線形対応信号列Yを求める(S740)。第1線形逆対応部735は、第1線形対応予測信号列に対して、第1線形対応処理と逆の変換 $f^{-1}(\cdot)$ を行って第1出力信号列X(符号化装置の第1入力信号列に相当)を求める(S735)。つまり、

$$x(n) = f^{-1}(y(n)) \quad \text{ただし、} n = 1, \dots, N$$

10

20

30

40

50

を計算する。

【 0 0 4 3 】

符号化装置 2 0 0 と復号化装置 7 0 0 によれば、線形または線形に近い信号に変換した後での予測と、振幅が圧縮されたままの信号での予測を組み合わせるので、予測残差の振幅を小さくし、符号量を少なくできる。

【 0 0 4 4 】

[第 3 実施形態]

第 3 実施形態の符号化装置は、第 2 線形予測部および第 2 予測値算出部に入力される信号列と第 2 予測値算出部から出力される信号列とが、第 1 入力信号列の各信号を圧縮前の信号列と線形な関係に近づける可逆な第 2 線形対応処理 $g ()$ によって変換された信号列 (第 2 線形対応信号列 V と第 2 線形対応予測値列 V') であることが、第 1 実施形態の符号化装置と異なる。

10

【 0 0 4 5 】

図 1 5 に、第 3 実施形態の符号化装置の機能構成例を示す。また、図 1 6 に、第 3 実施形態の符号化装置の処理フローを示す。符号化装置 3 0 0 は、第 1 線形対応部 1 0 5、第 1 線形予測部 1 1 0、第 1 量子化部 1 2 0、第 1 予測値算出部 1 3 0、第 1 線形逆対応部 1 3 5、第 1 減算部 1 4 0、第 2 線形対応部 3 5 5、第 2 線形予測部 3 6 0、第 2 量子化部 3 7 0、第 2 予測値算出部 3 8 0、第 2 線形逆対応部 3 8 5、第 2 減算部 1 9 0、第 1 係数符号化部 1 4 5、第 2 係数符号化部 1 9 5、残差符号化部 1 9 9 を備える。

【 0 0 4 6 】

第 1 線形対応部 1 0 5 は、符号化装置 3 0 0 への入力前に既に圧縮済の信号である第 1 入力信号列 X を、圧縮前の信号列と線形な関係に近づける可逆な第 1 線形対応処理 $f ()$ によって、第 1 線形対応信号列 Y に変換する (S 1 0 5)。第 1 線形予測部 1 1 0 は、記第 1 線形対応信号列 Y を用いて P 次の第 1 予測係数 \hat{a}_1 を求める (S 1 1 0)。第 1 量子化部 1 2 0 は、第 1 予測係数 \hat{a}_1 を量子化して第 1 量子化予測係数 \hat{a}'_1 を求める (S 1 2 0)。第 1 予測値算出部 1 3 0 は、第 1 量子化予測係数 \hat{a}'_1 を用いて、第 1 線形対応予測値列 Y' を求める (S 1 3 0)。第 1 線形逆対応部 1 3 5 は、第 1 線形対応予測値列 Y' に対して、第 1 線形対応処理と逆の変換 $f^{-1} ()$ を行って第 1 入力予測値列 X' を求める (S 1 3 5)。第 1 減算部 1 4 0 は、第 1 入力信号列 X と第 1 入力予測値列 X' との差を、第 2 入力信号列 Z として求める (S 1 4 0)。

20

30

【 0 0 4 7 】

第 2 線形対応部 3 5 5 は、第 2 入力信号列 Z を、第 1 入力信号列の各信号を圧縮前の信号列と線形な関係に近づける可逆な第 2 線形対応処理 $g ()$ によって、第 2 線形対応信号列 $V = \{ v (1), v (2), \dots, v (N) \}$ に変換する (S 3 5 5)。つまり、

$$v (n) = g (z (n)) \quad \text{ただし、} n = 1, \dots, N$$

の計算を行う。また、 $g () = f ()$ である。第 2 線形予測部 3 6 0 は、第 2 線形対応信号列 V を用いて、 P 次の第 2 予測係数 $\hat{a}_2 = \{ \hat{a}_2 (1), \hat{a}_2 (2), \dots, \hat{a}_2 (P) \}$ を求める (S 3 6 0)。第 2 量子化部 3 7 0 は、第 2 予測係数 \hat{a}_2 を量子化して第 2 量子化予測係数 $\hat{a}'_2 = \{ \hat{a}'_2 (1), \hat{a}'_2 (2), \dots, \hat{a}'_2 (P) \}$ を求める (S 3 7 0)。第 2 予測値算出部 3 8 0 は、第 2 量子化予測係数 \hat{a}'_2 を用いて、 $n = 1, \dots, N$ に対して

$$v' (n) = \hat{a}'_2 (1) v (n - 1) + \dots + \hat{a}'_2 (P) v (n - P)$$

の計算を行って、第 2 線形対応予測値列 $V' = \{ v' (1), v' (2), \dots, v' (N) \}$ を求める。第 2 線形逆対応部 3 8 5 は、第 2 線形対応予測値列 V' に対して、第 2 線形対応処理と逆の変換 $g^{-1} ()$ を行って第 2 入力予測値列 Z' を求める (S 3 8 5)。つまり、

$$z' (n) = g^{-1} (v' (n)) \quad \text{ただし、} n = 1, \dots, N$$

を計算を行う。第 2 減算部 1 9 0 は、第 2 入力信号列 Z と第 2 入力予測値列 Z' との差を予測残差列 $E = \{ e (1), e (2), \dots, e (N) \}$ とする (S 1 9 0)。第 1 係数符号化部 1 4 5 は、第 1 量子化予測係数 \hat{a}'_1 を符号化し、第 1 係数符号 C_1 を出力する (S 1 4 5)。第 2 係数符号化部 1 9 5 は、第 2 量子化予測係数 \hat{a}'_2 を符号化し、第 2 係数符

40

50

号C₀を出力する(S195)。残差符号化部199は、予測残差列Eを符号化し、予測残差符号C₀を出力する(S199)。

【0048】

図17に、第3実施形態の復号化装置の機能構成例を示す。また、図18に、第3実施形態の復号化装置の処理フローを示す。復号化装置800は、第1係数復号化部620、第2係数復号化部670、残差復号化部699、第2線形対応部875、第2予測値算出部880、第2線形逆対応部885、第2加算部690、第1線形対応部625、第1予測値算出部630、第1線形逆対応部635、第1加算部640を備える。

【0049】

第1係数復号化部620は、第1係数符号C₁から第1量子化予測係数'を求める(S620)。第2係数復号化部670は、第2係数符号C₂から第2量子化予測係数'を求める(S670)。残差復号化部699は、予測残差符号C₀から予測残差列Eを求める(S699)。第2線形対応部875は、復号化された第2出力信号列Z(符号化装置の第2入力信号列に相当)を、第1出力信号列(符号化装置の第1入力信号列に相当)を圧縮前の信号列と線形な関係に近づける可逆な第2線形対応処理g()によって、第2線形対応信号列Vに変換する(S875)。つまり、

$$v(n) = g(z(n)) \quad \text{ただし、} n = 1, \dots, N$$

の計算を行う。第2予測値算出部880は、第2線形対応信号列Vと第2量子化予測係数'を用いて、 $n = 1, \dots, N$ に対して

$$v'(n) = '(1)v(n-1) + \dots + '(P)v(n-P)$$

の計算を行って、第2線形対応予測値列V'を求める(S880)。第2線形逆対応部885は、第2線形対応予測値列V'に対して、第2線形対応処理と逆の変換 $g^{-1}()$ を行って第2出力予測値列Z'(符号化装置の第2入力予測値列に相当)を求める(S885)。つまり、

$$z'(n) = g^{-1}(v'(n)) \quad \text{ただし、} n = 1, \dots, N$$

の計算を行う。第2加算部690は、第2出力予測値列Z'と予測残差列Eとを加算して第2出力信号列Zを求める(S690)。

【0050】

第1線形対応部625は、復号化された第1出力信号列X(符号化装置の第1入力信号列に相当)を、圧縮前の信号列と線形な関係に近づける可逆な第1線形対応処理f()によって、第1線形対応信号列Yに変換する(S625)。第1予測値算出部630は、すでに求められている第1線形対応信号列Yと第1量子化予測係数'を用いて、第1線形対応予測値列Y'を求める(S630)。第1線形逆対応部635は、第1線形対応予測値列Y'に対して、第1線形対応処理と逆の変換 $f^{-1}()$ を行って第1出力予測値列X'を求める(S635)。第1加算部640は、第1出力予測値列X'と第2出力信号列Zとを加算して第1出力信号列Xを求める(S640)。

【0051】

符号化装置300と復号化装置800によれば、線形または線形に近い信号に変換した後での予測と、別の変換で線形または線形に近い信号に変換した後での予測を組み合わせるので、予測残差の振幅を小さくし、符号量を少なくできる。

【0052】

[第4実施形態]

第4実施形態の符号化装置は、第2線形予測部および第2予測値算出部に入力される信号列と第2予測値計算部から出力される信号列とが、第1入力信号列を圧縮前の信号列と線形な関係に近づける可逆な第2線形対応処理g()によって変換された信号列(第2線形対応信号列Vと第2線形対応予測値列V')であることが、第2実施形態の符号化装置と異なる。

【0053】

図19に、第4実施形態の符号化装置の機能構成例を示す。また、図20に、第4実施形態の符号化装置の処理フローを示す。符号化装置400は、第1線形対応部205、第

10

20

30

40

50

第1線形予測部110、第1量子化部120、第1予測値算出部130、第1減算部240、第1線形逆対応部235、第2線形対応部355、第2線形予測部360、第2量子化部370、第2予測値算出部380、第2線形逆対応部385、第2減算部190、第1係数符号化部145、第2係数符号化部195、残差符号化部199を備える。

【0054】

第1線形対応部205は、符号化装置400への入力前に既に圧縮済の信号である第1入力信号列Xを、圧縮前の信号列と線形な関係に近づける可逆な第1線形対応処理 $f()$ によって、第1線形対応信号列Yに変換する(S205)。第1線形予測部110は、第1線形対応信号列Yを用いて第1予測係数を求める(S110)。第1量子化部120は、第1予測係数を量子化して第1量子化予測係数'を求める(S120)。第1予測値算出部130は、第1量子化予測係数'を用いて、第1線形対応予測値列Y'を求める(S130)。第1減算部240は、第1線形対応信号列Yと第1線形対応予測値列Y'との差を第1線形対応予測誤差列Wとして求める(S240)。第1線形逆対応部235は、第1線形対応予測誤差列Wに対して、第1線形対応処理と逆の変換 $f^{-1}()$ を行って第2入力信号列Zを求める(S235)。

10

【0055】

第2線形対応部355は、第2入力信号列Zを、第1入力信号列を圧縮前の信号列と線形な関係に近づける可逆な第2線形対応処理 $g()$ によって、第2線形対応信号列Vに変換する(S355)。第2線形予測部360は、第2線形対応信号列Vを用いて第2予測係数を求める(S360)。第2量子化部370は、第2予測係数を量子化して第2量子化予測係数'を求める(S370)。第2予測値算出部380は、第2量子化予測係数B'を用いて、第2線形対応予測値列V'を求める(S380)。第2線形逆対応部385は、第2線形対応予測値列V'に対して、第2線形対応処理と逆の変換 $g^{-1}()$ を行って第2入力予測値列Z'を求める(S385)。第2減算部190は、第2入力信号列Zと前記第2入力予測値列Z'との差を求め、予測残差列Eを求める(S190)。第1係数符号化部145は、第1量子化予測係数'を符号化する(S145)。第2係数符号化部195は、第2量子化予測係数'を符号化する(S195)。残差符号化部199は、予測残差列Eを符号化する(S199)。

20

【0056】

図21に、第4実施形態の復号化装置の機能構成例を示す。また、図22に、第4実施形態の復号化装置の処理フローを示す。復号化装置900は、第1係数復号化部620、第2係数復号化部670、残差復号化部699、第2線形対応部875、第2予測値算出部880、第2線形逆対応部885、第2加算部690、第1線形対応部725、第1予測値算出部630、第1加算部740、第1線形逆対応部735を備える。

30

【0057】

第1係数復号化部620は、第1係数符号Cから第1量子化予測係数'を求める(S620)。第2係数復号化部670は、第2係数符号Cから第2量子化予測係数'を求める(S670)。残差復号化部699は、予測残差符号Cから予測残差列Eを求める(S699)。第2線形対応部875は、復号化された第2出力信号列Z(符号化装置の第2入力信号列に相当)を、第1出力信号列(符号化装置の第1入力信号列に相当)を圧縮前の信号列と線形な関係に近づける可逆な第2線形対応処理 $g()$ によって、第2線形対応信号列Vに変換する(S875)。第2予測値算出部880は、第2線形対応信号列Vと第2量子化予測係数'を用いて、第2線形対応予測値列V'を求める(S880)。第2線形逆対応部885は、第2線形対応予測値列V'に対して、第2線形対応処理と逆の変換 $g^{-1}()$ を行って第2出力予測値列Z'(符号化装置の第2入力予測値列に相当)を求める(S885)。第2加算部690は、第2出力予測値列Z'と予測残差列Eとを加算して第2出力信号列Zを求める(S690)。第1線形対応部725は、第2出力信号列Zを、圧縮前の信号列と線形な関係に近づける可逆な第1線形対応処理 $f()$ によって、第1線形対応予測誤差列Wに変換する(S725)。第1予測値算出部630は、第1線形対応信号列Yと第1量子化予測係数'を用いて、第1線形対応予測値列

40

50

Y' を求める (S 6 3 0)。第 1 加算部 7 4 0 は、第 1 線形対応予測値列 Y' と第 1 線形対応予測誤差列 W とを加算して第 1 線形対応信号列 Y を求める (S 7 4 0)。第 1 線形逆対応部 7 3 5 は、第 1 線形対応信号列 Y に対して、第 1 線形対応処理と逆の変換 $f^{-1}()$ を行って第 1 出力信号列 X (符号化装置の第 1 入力信号列に相当) を求める (S 7 3 5)。

【 0 0 5 8 】

符号化装置 4 0 0 と復号化装置 9 0 0 によれば、線形または線形に近い信号に変換した後での予測と、別の変換で線形または線形に近い信号に変換した後での予測を組み合わせるので、予測残差の振幅を小さくし、符号量を少なくできる。

【 0 0 5 9 】

[第 5 実施形態]

第 5 実施形態の符号化装置は、1 段目の線形予測で、圧縮された第 1 入力信号列を対象として線形予測することが、第 3 実施形態や第 4 実施形態の符号化装置と異なる。

【 0 0 6 0 】

図 2 3 に、第 5 実施形態の符号化装置の機能構成例を示す。また、図 2 4 に、第 5 実施形態の符号化装置の処理フローを示す。符号化装置 5 0 0 は、第 1 線形予測部 5 1 0、第 1 量子化部 5 2 0、第 1 予測値算出部 5 3 0、第 1 減算部 1 4 0、第 2 線形対応部 3 5 5、第 2 線形予測部 3 6 0、第 2 量子化部 3 7 0、第 2 予測値算出部 3 8 0、第 2 線形逆対応部 3 8 5、第 2 減算部 1 9 0、第 1 係数符号化部 1 4 5、第 2 係数符号化部 1 9 5、残差符号化部 1 9 9 を備える。

【 0 0 6 1 】

第 1 線形予測部 5 1 0 は、第 1 入力信号列 X を用いて第 1 予測係数 \hat{a} を求める (S 5 1 0)。第 1 量子化部 5 2 0 は、第 1 予測係数 \hat{a} を量子化して第 1 量子化予測係数 \hat{a}' を求める (S 5 2 0)。第 1 予測値算出部 5 3 0 は、第 1 量子化予測係数 \hat{a}' を用いて、第 1 入力予測値列 X' を求める (S 5 3 0)。第 1 減算部 1 4 0 は、第 1 入力信号列 X と第 1 入力予測値列 X' との差を第 2 入力信号列 Z として求める (S 1 4 0)。

【 0 0 6 2 】

第 2 線形対応部 3 5 5 は、第 2 入力信号列 Z を、第 1 入力信号列を圧縮前の信号列と線形な関係に近づける可逆な第 2 線形対応処理 $g()$ によって、第 2 線形対応信号列 V に変換する (S 3 5 5)。第 2 線形予測部 3 6 0 は、第 2 線形対応信号列 V を用いて第 2 予測係数 \hat{b} を求める (S 3 6 0)。第 2 量子化部 3 7 0 は、第 2 予測係数 \hat{b} を量子化して第 2 量子化予測係数 \hat{b}' を求める (S 3 7 0)。第 2 予測値算出部 3 8 0 は、第 2 量子化予測係数 \hat{b}' を用いて、第 2 線形対応予測値列 V' を求める (S 3 8 0)。第 2 線形逆対応部 3 8 5 は、第 2 線形対応予測値列 V' に対して、第 2 線形対応処理と逆の変換 $g^{-1}()$ を行って第 2 入力予測値列 Z' を求める (S 3 8 5)。第 2 減算部 1 9 0 は、第 2 入力信号列 Z と前記第 2 入力予測値列 Z' との差を求め、予測残差列 E を求める (S 1 9 0)。第 1 係数符号化部 1 4 5 は、第 1 量子化予測係数 \hat{a}' を符号化する (S 1 4 5)。第 2 係数符号化部 1 9 5 は、第 2 量子化予測係数 \hat{b}' を符号化する (S 1 9 5)。残差符号化部 1 9 9 は、予測残差列 E を符号化する (S 1 9 9)。

【 0 0 6 3 】

図 2 5 に、第 5 実施形態の復号化装置の機能構成例を示す。また、図 2 6 に、第 5 実施形態の復号化装置の処理フローを示す。復号化装置 1 0 0 0 は、第 1 係数復号化部 6 2 0、第 2 係数復号化部 6 7 0、残差復号化部 6 9 9、第 2 線形対応部 8 7 5、第 2 予測値算出部 8 8 0、第 2 線形逆対応部 8 8 5、第 2 加算部 6 9 0、第 1 予測値算出部 1 0 3 0、第 1 加算部 6 4 0 を備える。

【 0 0 6 4 】

第 1 係数復号化部 6 2 0 は、第 1 係数符号 C_a から第 1 量子化予測係数 \hat{a}' を求める (S 6 2 0)。第 2 係数復号化部 6 7 0 は、第 2 係数符号 C_b から第 2 量子化予測係数 \hat{b}' を求める (S 6 7 0)。残差復号化部 6 9 9 は、予測残差符号 C_e から予測残差列 E を求める (S 6 9 9)。第 2 線形対応部 8 7 5 は、復号化された第 2 出力信号列 Z (符号化装

10

20

30

40

50

置の第2入力信号列に相当)を、第1出力信号列(符号化装置の第1入力信号列に相当)を圧縮前の信号列と線形な関係に近づける可逆な第2線形対応処理 $g()$ によって、第2線形対応信号列 V に変換する(S875)。第2予測値算出部880は、第2線形対応信号列 V と第2量子化予測係数 $'$ を用いて、第2線形対応予測値列 V' を求める(S880)。第2線形逆対応部885は、第2線形対応予測値列 V' に対して、第2線形対応処理と逆の変換 $g^{-1}()$ を行って第2出力予測値列 Z' (符号化装置の第2入力予測値列に相当)を求める(S885)。第2加算部690は、第2出力予測値列 Z' と予測残差列 E とを加算して第2出力信号列 Z を求める(S690)。第1予測値算出部1030は、第1出力信号列 X (符号化装置の第1入力信号列に相当)と第1量子化予測係数 $'$ を用いて、第1出力予測値列 X' (符号化装置の第1入力予測値列に相当)を求める(S1030)。第1加算部640は、第1出力予測値列 X' と第2出力信号列 Z とを加算して第1出力信号列 X を求める(S640)。

【0065】

符号化装置500と復号化装置1000によれば、圧縮した信号での予測と、線形または線形に近い信号に変換した後での予測を組み合わせることで、予測残差の振幅を小さくし、符号量を少なくできる。

【0066】

[具体例]

図27に、線形な関係に近づける処理(線形対応処理) $f()$ として入力信号列 X と元の信号列と線形な信号列 $S=\{s(1), s(2), \dots, s(N)\}$ との重みつき加算(u を重みとして $X+uS$)を行った場合の8ビットの μ 則の形式(図2)の例を示す。なお、図27では極性が正の場合のみを示している。また、 μ 則の指数部(セグメント)と線形部(レベル)は、一般的な感覚とは“1”と“0”とが反転しており、 μ 則では“11111111”が正の最小の数値を示し、“10000000”が正の最大の数値を示すことに注意されたい。図中の「元の信号の大小関係を示す番号」の列が、非特許文献2(G.711)の μ 則の具体例を示す表(Table 2a)の第8列に相当し、「元の信号の量子化値」の列が第7列に相当する。図27(A)は指数部(セグメント)が“111”の例を示しており、レベルが1増えるごとに、元の信号の大小関係を示す番号は u 、元の信号の量子化値は2増えている。図27(B)は指数部(セグメント)が“110”の例を示しており、レベルが1増えるごとに、元の信号の大小関係を示す番号は u 、元の信号の量子化値は4増えている。図27(C)は指数部(セグメント)が“001”の例を示しており、レベルが1増えるごとに、元の信号の大小関係を示す番号は u 、元の信号の量子化値は128増えている。図27(D)は指数部(セグメント)が“000”の例を示しており、レベルが1増えるごとに、元の信号の大小関係を示す番号は u 、元の信号の量子化値は256増えている。なお、中間数値とは、処理 $f()$ を行った後の値を指している。入力信号列 X と元の信号列と線形な信号列 S との重みつき加算(u を重みとして $X+uS$)によって、線形な関係に近づけることができる(重み付加算の結果、線形特性と圧伸特性の中間状態となる)。なお、線形対応処理 $g()$ の重みを、 $f()$ の重みと異なる値とすれば、容易に $g()=f()$ にできる。

【0067】

図28に、コンピュータの機能構成例を示す。本発明の符号化方法、復号化方法は、コンピュータ2000の記録部2020に、本発明の各構成部としてコンピュータ2000を動作させるプログラムを読み込ませ、制御部2010、入力部2030、出力部2040などを動作させることで、コンピュータに実行させることができる。また、コンピュータに読み込ませる方法としては、プログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録しておき、記録媒体からコンピュータに読み込ませる方法、サーバ等に記録されたプログラムを、電気通信回線等を通じてコンピュータに読み込ませる方法などがある。

【図面の簡単な説明】

【0068】

【図1】圧伸された信号列の振幅の例を示す図。

10

20

30

40

50

- 【図2】 8ビットのμ則の具体的な形式を示す図。
- 【図3】 従来の符号化装置の機能構成例を示す図。
- 【図4】 従来の符号化装置の処理フローの例を示す図。
- 【図5】 従来の復号化装置の機能構成例を示す図。
- 【図6】 従来の復号化装置の処理フローの例を示す図。
- 【図7】 第1実施形態の符号化装置の機能構成例を示す図。
- 【図8】 第1実施形態の符号化装置の処理フローを示す図。
- 【図9】 第1実施形態の復号化装置の機能構成例を示す図。
- 【図10】 第1実施形態の復号化装置の処理フローを示す図。
- 【図11】 第2実施形態の符号化装置の機能構成例を示す図。 10
- 【図12】 第2実施形態の符号化装置の処理フローを示す図。
- 【図13】 第2実施形態の復号化装置の機能構成例を示す図。
- 【図14】 第2実施形態の復号化装置の処理フローを示す図。
- 【図15】 第3実施形態の符号化装置の機能構成例を示す図。
- 【図16】 第3実施形態の符号化装置の処理フローを示す図。
- 【図17】 第3実施形態の復号化装置の機能構成例を示す図。
- 【図18】 第3実施形態の復号化装置の処理フローを示す図。
- 【図19】 第4実施形態の符号化装置の機能構成例を示す図。
- 【図20】 第4実施形態の符号化装置の処理フローを示す図。
- 【図21】 第4実施形態の復号化装置の機能構成例を示す図。 20
- 【図22】 第4実施形態の復号化装置の処理フローを示す図。
- 【図23】 第5実施形態の符号化装置の機能構成例を示す図。
- 【図24】 第5実施形態の符号化装置の処理フローを示す図。
- 【図25】 第5実施形態の復号化装置の機能構成例を示す図。
- 【図26】 第5実施形態の復号化装置の処理フローを示す図。
- 【図27-1】 線形な関係に近づける処理 $f()$ として入力信号列の振幅 x と元の信号列の振幅 s と線形な信号列との重みつき加算を行った場合の指数部が “ 1 1 1 ” と “ 1 1 0 ” の例を示す図。
- 【図27-2】 線形な関係に近づける処理 $f()$ として入力信号列の振幅 x と元の信号列の振幅 s と線形な信号列との重みつき加算を行った場合の指数部が “ 0 0 1 ” と “ 0 0 0 ” の例を示す図。 30
- 【図28】 コンピュータの機能構成例を示す図。

【符号の説明】

【0069】

- | | | | |
|---------------------------------------------|----------|-------------|----------|
| 1 0 0、2 0 0、3 0 0、4 0 0、5 0 0、1 1 0 0 符号化装置 | | | |
| 1 0 5、2 0 5 | 第1線形対応部 | 1 1 0、5 1 0 | 第1線形予測部 |
| 1 2 0、5 2 0 | 第1量子化部 | 1 3 0、5 3 0 | 第1予測値算出部 |
| 1 3 5、2 3 5 | 第1線形逆対応部 | 1 4 0、2 4 0 | 第1減算部 |
| 1 4 5 | 第1係数符号化部 | 1 6 0、3 6 0 | 第2線形予測部 |
| 1 7 0、3 7 0 | 第2量子化部 | 1 8 0、3 8 0 | 第2予測値算出部 |
| 1 9 0 | 第2減算部 | 1 9 5 | 第2係数符号化部 |
| 1 9 9 | 残差符号化部 | 3 5 5 | 第2線形対応部 |
| 3 8 5 | 第2線形逆対応部 | | |
| 6 0 0、7 0 0、8 0 0、9 0 0、1 6 0 0 復号化装置 | | | |
| 6 2 0 | 係数復号化部 | 6 2 5 | 線形対応部 |
| 6 3 0、1 0 3 0 | 予測値算出部 | 6 3 5 | 線形逆対応部 |
| 6 4 0 | 加算部 | 6 7 0 | 係数復号化部 |
| 6 8 0 | 予測値算出部 | 6 9 0 | 加算部 |
| 6 9 9 | 残差復号化部 | 7 2 5 | 線形対応部 |
| 7 3 5 | 線形逆対応部 | 7 4 0 | 加算部 |
- 40

- | | | | |
|---------|--------|---------|--------|
| 8 7 5 | 線形対応部 | 8 8 0 | 予測値算出部 |
| 8 8 5 | 線形逆対応部 | 1 1 1 0 | 線形予測部 |
| 1 1 2 0 | 量子化部 | 1 1 3 0 | 予測値算出部 |
| 1 1 4 0 | 減算部 | 1 1 5 0 | 係数符号化部 |
| 1 1 6 0 | 残差符号化部 | 1 6 1 0 | 残差復号化部 |
| 1 6 2 0 | 係数復号化部 | 1 6 3 0 | 予測値算出部 |
| 1 6 4 0 | 加算部 | | |

【図1】

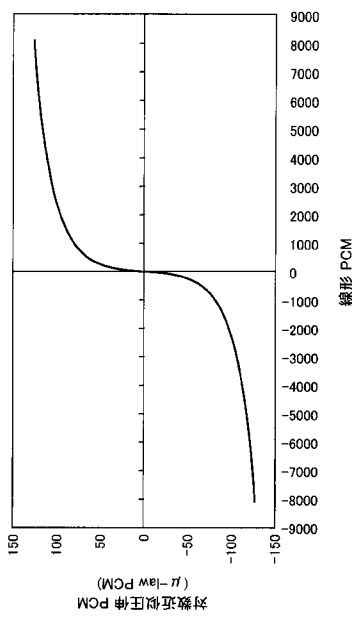


図1

【図2】

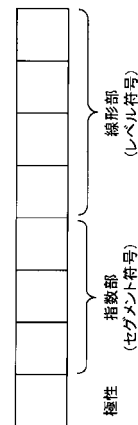


図2

【図3】

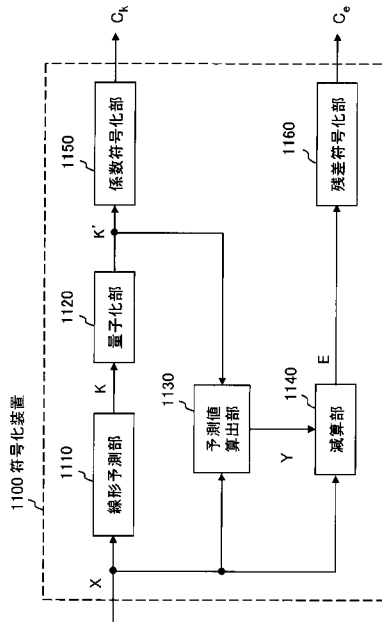


図3

【図4】

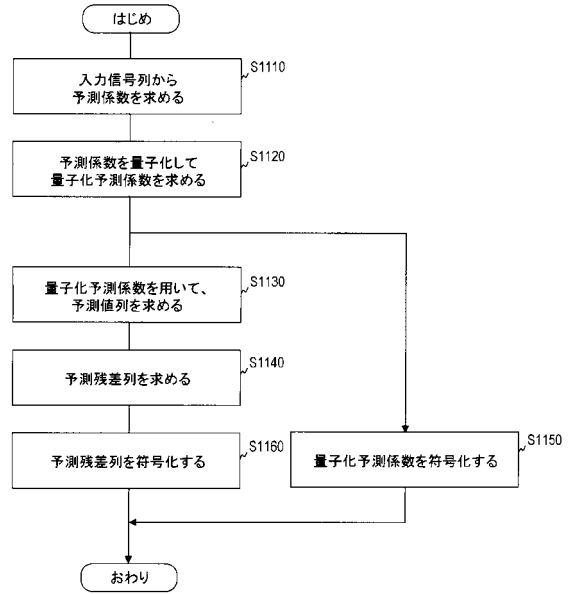


図4

【図5】

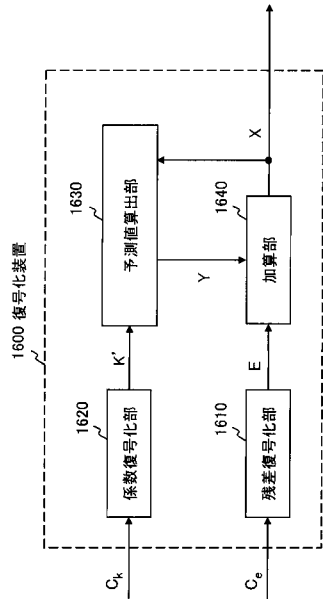


図5

【図6】

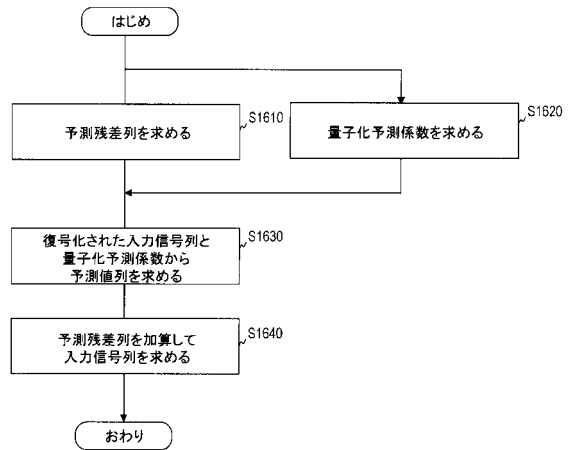


図6

【図7】

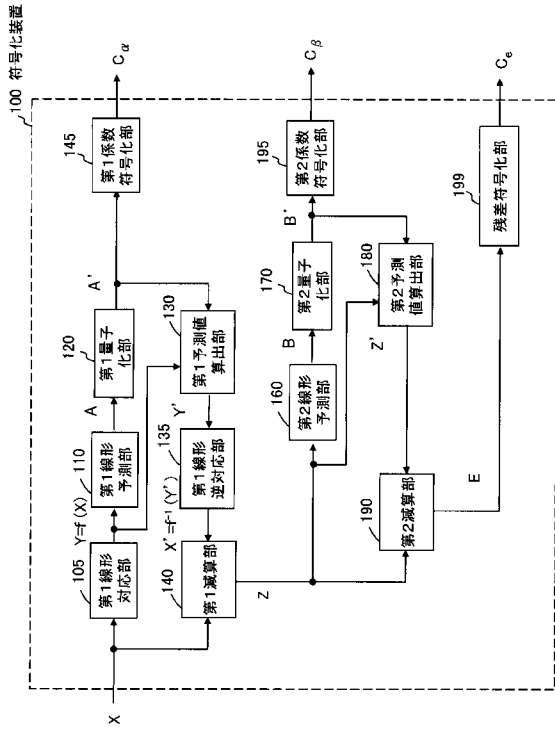


図7

【図8】

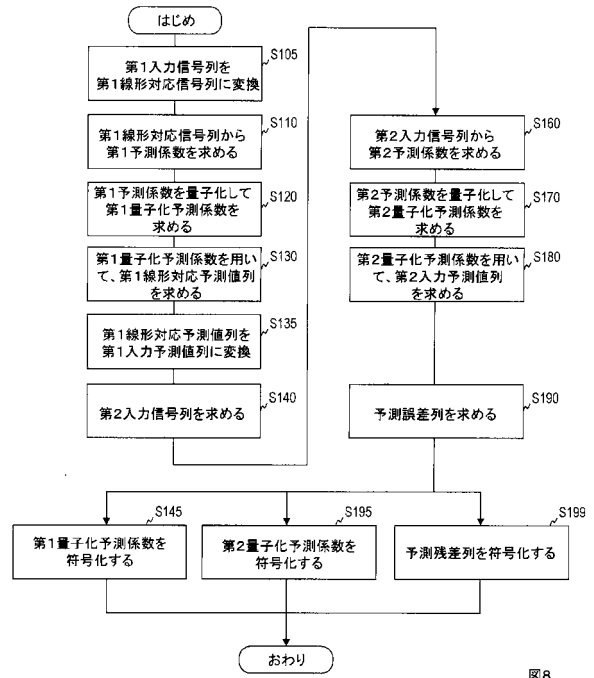


図8

【図9】

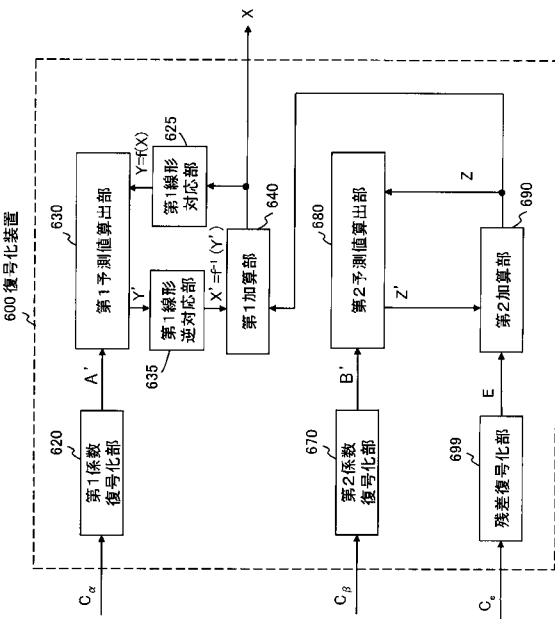


図9

【図10】

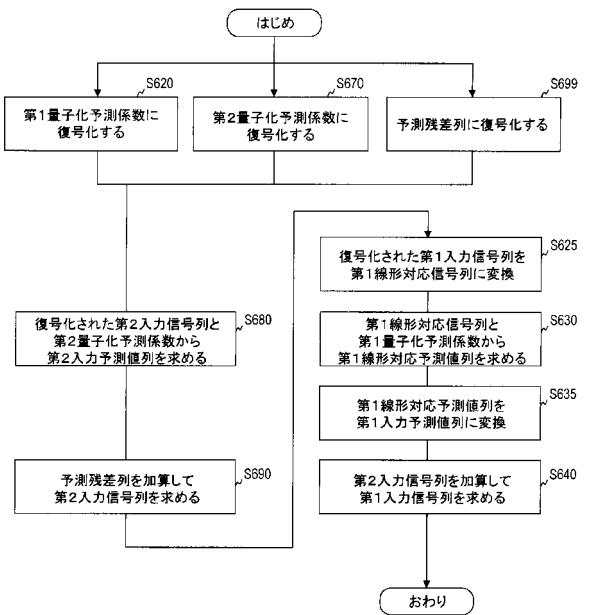


図10

【図11】

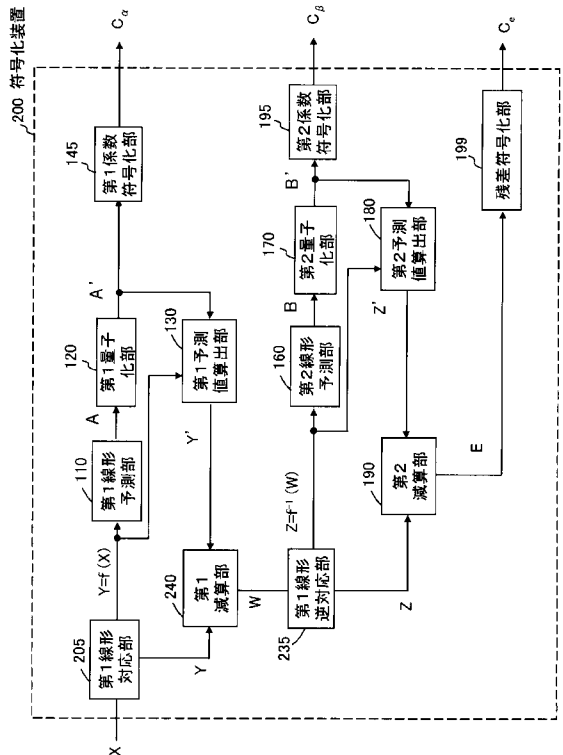


図11

【図12】

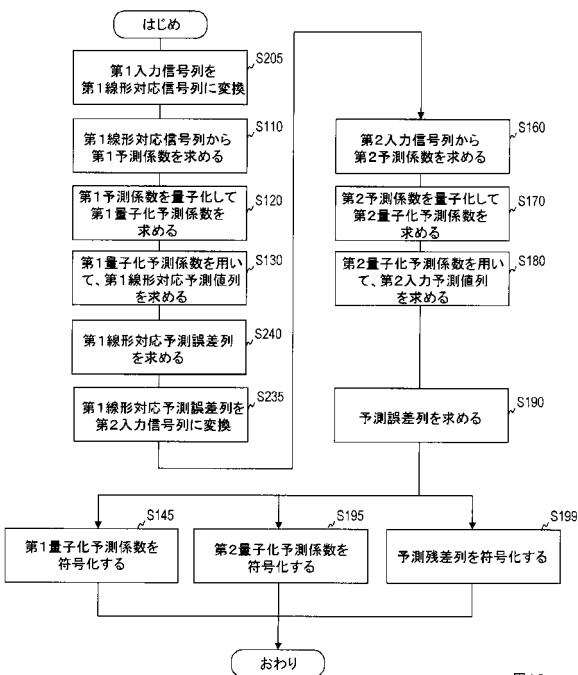


図12

【図13】

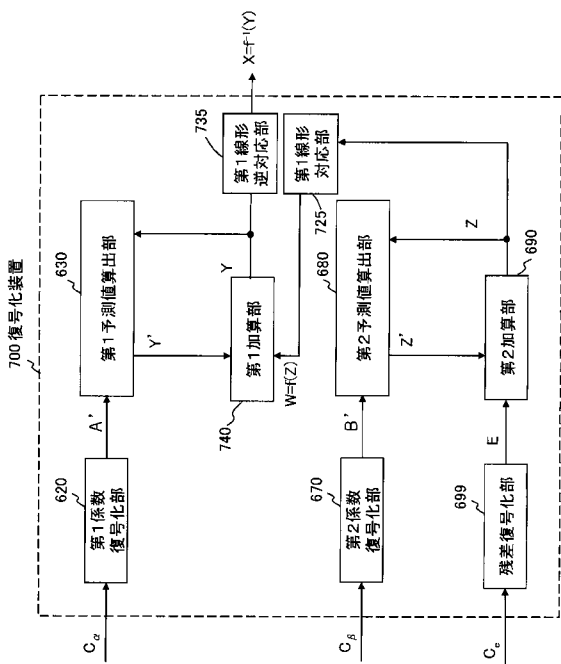


図13

【図14】

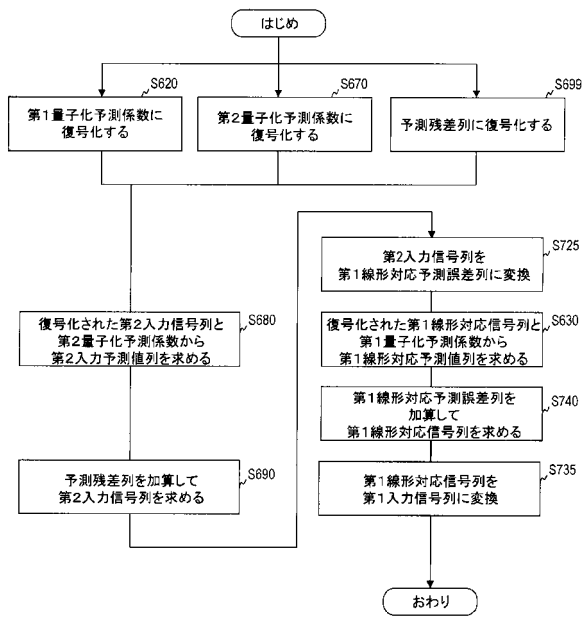


図14

【 図 15 】

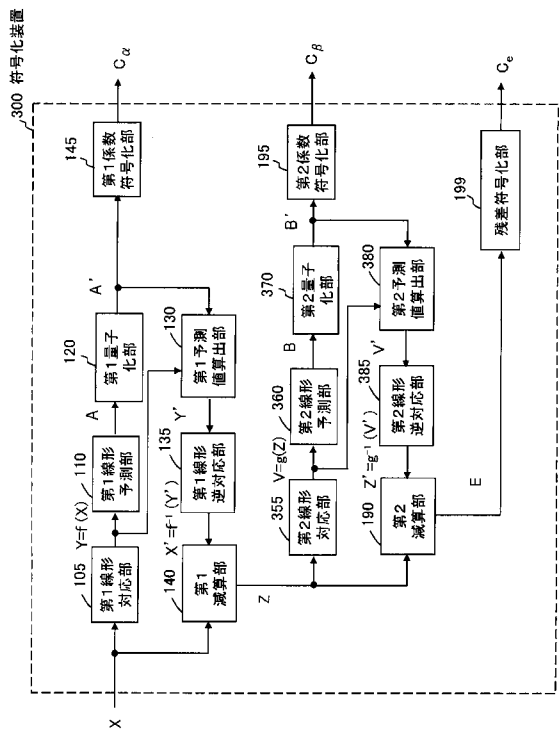


図15

【 図 16 】

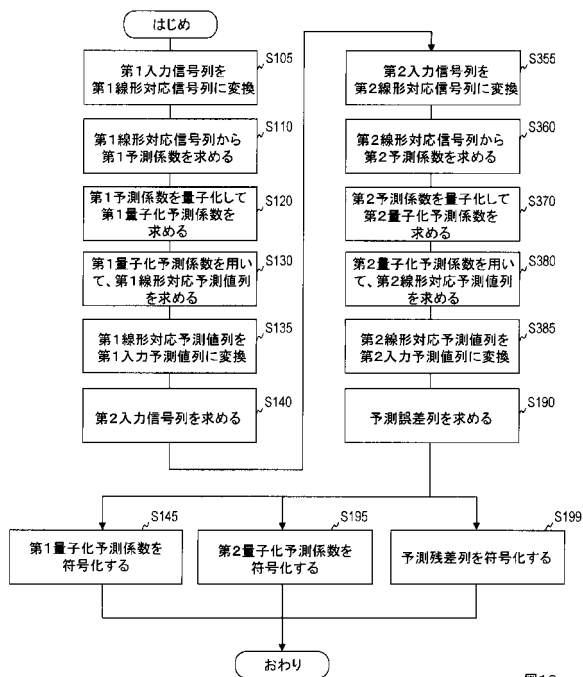


図16

【 図 17 】

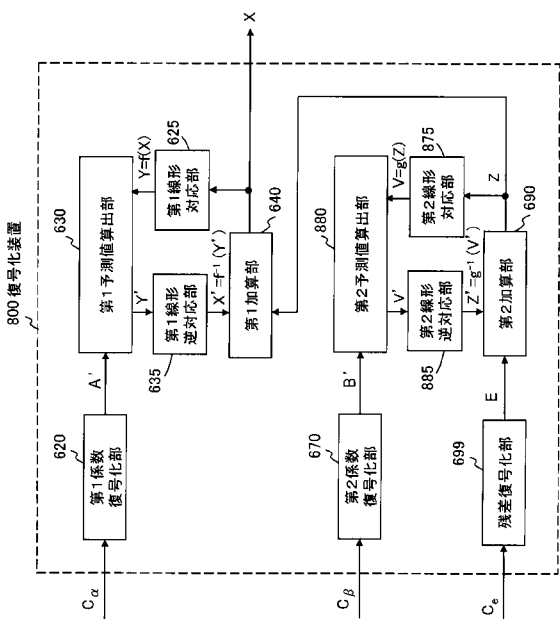


図17

【 図 18 】

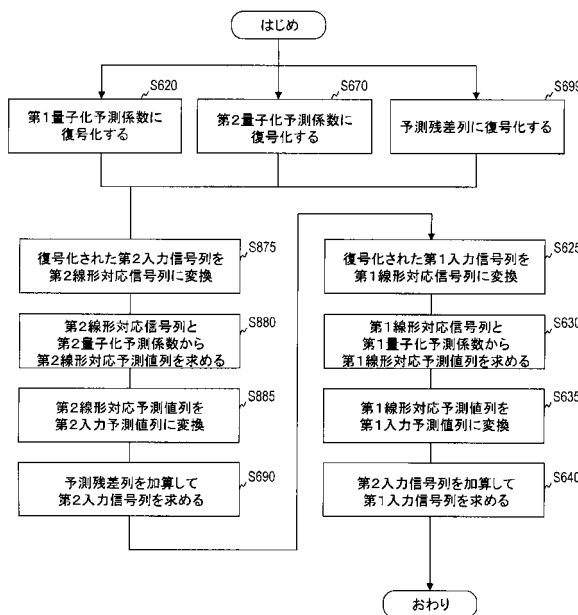


図18

【図19】

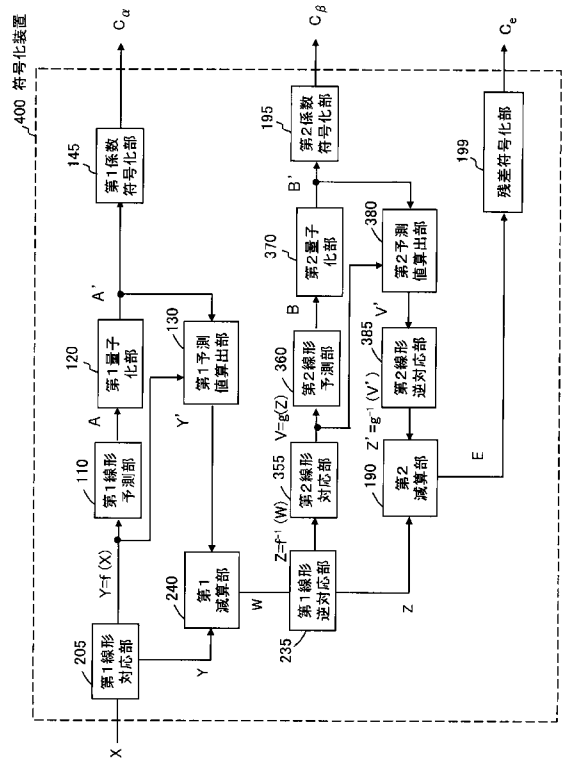


図19

【図20】

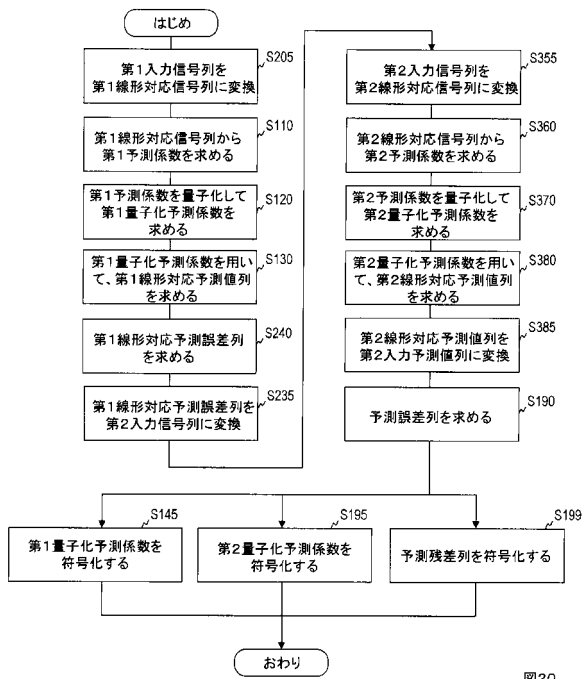


図20

【図21】

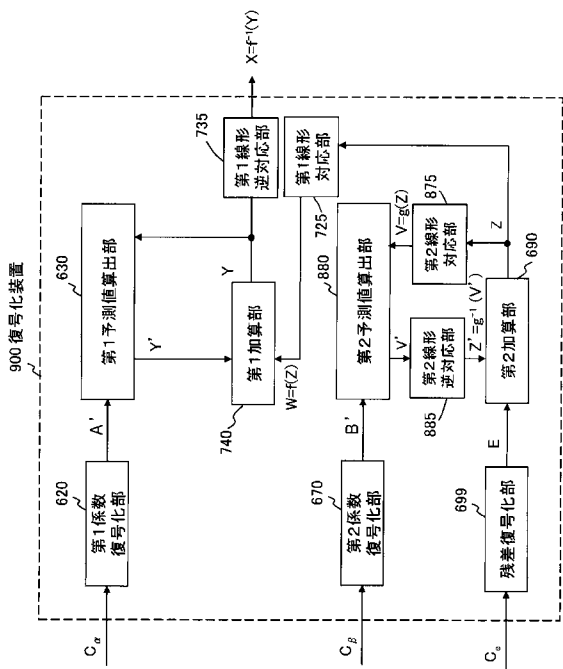


図21

【図22】

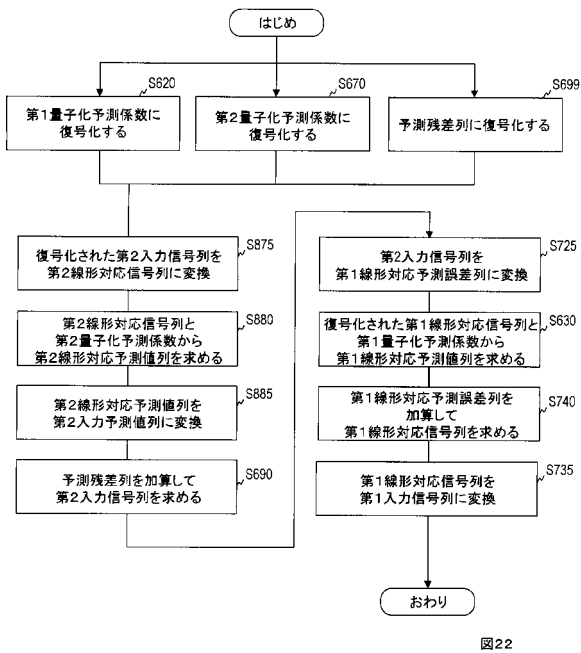


図22

【図23】

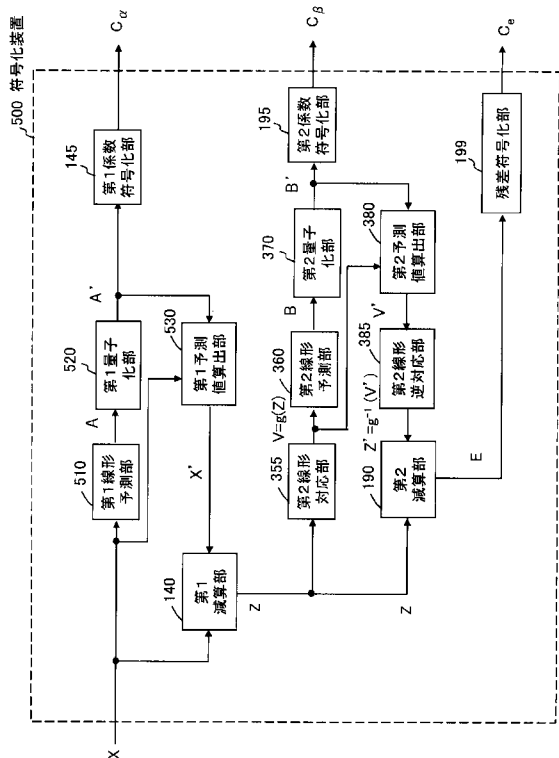


図23

【図24】

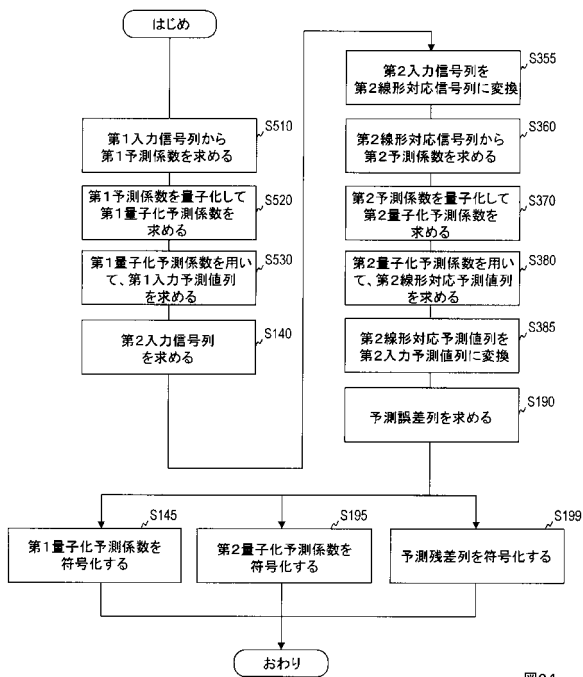


図24

【図25】

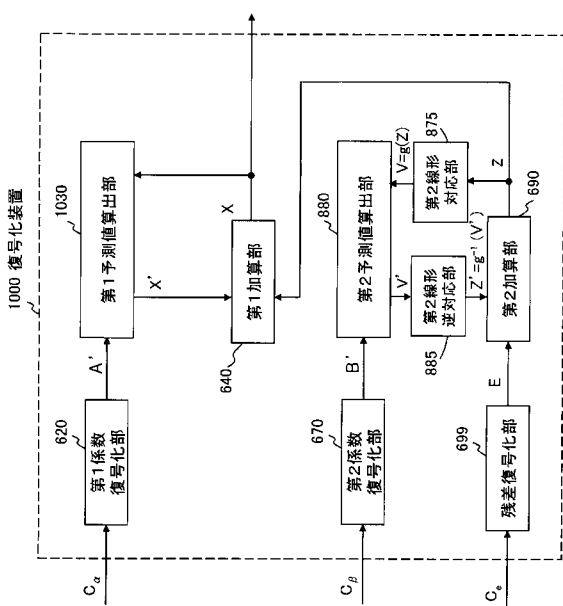


図25

【図26】

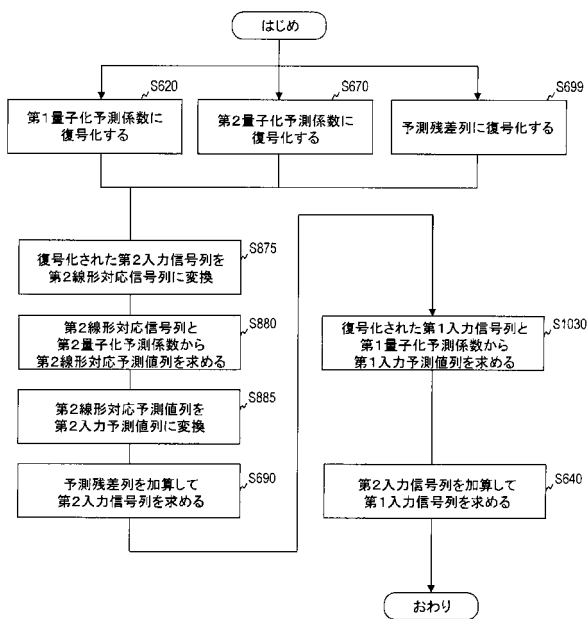


図26

【 図 27 - 1 】

セグメント	レベル	元の信号の大小関係を示す番号	元の信号の量子化値	元の信号の範囲	中間数値の範囲
111 ステップ2	1111	0	0	0 ~ 1u/2	0 ~ 1u/2
	1110	u	2	1 ~ 3	1-u/2 ~ 3+3u/2
	1101	2u	4	3 ~ 5	3+3u/2 ~ 5+5u/2
	1100	3u	6	5 ~ 7	5+5u/2 ~ 7+7u/2
	1011	4u	8	7 ~ 9	7+7u/2 ~ 9+9u/2

	0001	14u	28	27 ~ 29	27+27u/2 ~ 29+29u/2
	0000	15u	30	29 ~ 31	29+29u/2 ~ 30+31u/2

(A)

セグメント	レベル	元の信号の大小関係を示す番号	元の信号の量子化値	元の信号の範囲	中間数値の範囲
110 ステップ4	1111	16u	33	31 ~ 35	31+31u/2 ~ 35+33u/2
	1110	17u	37	35 ~ 39	35+33u/2 ~ 39+35u/2
	1101	18u	41	39 ~ 43	39+35u/2 ~ 43+37u/2
	1100	19u	45	43 ~ 47	43+37u/2 ~ 47+39u/2
	1011	20u	49	47 ~ 51	47+39u/2 ~ 51+41u/2

	0001	30u	89	87 ~ 91	87+59u/2 ~ 91+61u/2
	0000	31u	93	91 ~ 95	91+61u/2 ~ 95+63u/2

(B)

図27-1

【 図 27 - 2 】

セグメント	レベル	元の信号の大小関係を示す番号	元の信号の量子化値	元の信号の範囲	中間数値の範囲
001 ステップ128	1111	96u	2079	2013 ~ 2143	2013+191u/2 ~ 2143+193u/2
	1110	97u	2207	2143 ~ 2271	2143+193u/2 ~ 2271+195u/2
	1101	98u	2335	2271 ~ 2399	2271+195u/2 ~ 2399+197u/2
	1100	99u	2463	2399 ~ 2527	2399+197u/2 ~ 2527+199u/2
	1011	100u	2591	2527 ~ 2655	2527+199u/2 ~ 2655+201u/2

	0001	110u	3871	3807 ~ 3835	3307+209u/2 ~ 3835+211u/2
	0000	111u	3999	3935 ~ 4063	3935+211u/2 ~ 4063+223u/2

(C)

セグメント	レベル	元の信号の大小関係を示す番号	元の信号の量子化値	元の信号の範囲	中間数値の範囲
000 ステップ256	1111	112u	4191	4063 ~ 4319	4063+223u/2 ~ 4319+225u/2
	1110	113u	4447	4319 ~ 4575	4319+193u/2 ~ 4575+227u/2
	1101	114u	4703	4575 ~ 4831	4703+195u/2 ~ 4831+229u/2
	1100	115u	4959	4831 ~ 5087	4959+197u/2 ~ 5087+231u/2
	1011	116u	5215	5087 ~ 5343	5087+199u/2 ~ 5343+233u/2

	0001	126u	7775	7547 ~ 7903	7547+251u/2 ~ 7903+253u/2
	0000	127u	8031	7903 ~ 8159	7903+253u/2 ~ 8159+255u/2

(D)

図27-2

【 図 28 】

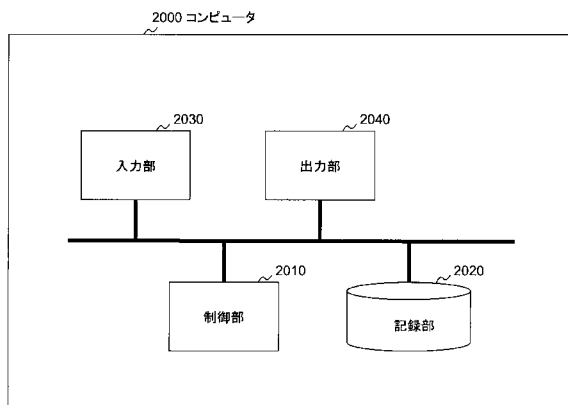


図28

フロントページの続き

- (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 原田 登
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 鎌本 優
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 堀 豊
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 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 小野 順貴
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 山下 剛史

- (56)参考文献 特開平5 - 303399 (JP, A)
特開平6 - 250697 (JP, A)
特開2001 - 27899 (JP, A)
特開平9 - 258795 (JP, A)
F.Ghido, I.Tabus, "Accounting for Companding Nonlinearities in Lossless Audio Compression", Proc. of ICASSP 2007, IEEE, Vol.1 (2007-04), pp.261-264

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10L 19/00 - 19/14
H04B 14/04
H03M 7/30