

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4759078号
(P4759078)

(45) 発行日 平成23年8月31日(2011.8.31)

(24) 登録日 平成23年6月10日(2011.6.10)

(51) Int.Cl. F I
 H O 3 M 7/36 (2006.01) H O 3 M 7/36
 G 1 O L 19/00 (2006.01) G 1 O L 19/00 2 2 O F
 G 1 O L 19/00 3 3 O B

請求項の数 4 (全 38 頁)

(21) 出願番号	特願2009-181662 (P2009-181662)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成21年8月4日(2009.8.4)		日本電信電話株式会社
(62) 分割の表示	特願2006-250303 (P2006-250303) の分割		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
原出願日	平成15年11月20日(2003.11.20)	(74) 代理人	100121706 弁理士 中尾 直樹
(65) 公開番号	特開2009-296626 (P2009-296626A)	(74) 代理人	100066153 弁理士 草野 卓
(43) 公開日	平成21年12月17日(2009.12.17)	(74) 代理人	100128705 弁理士 中村 幸雄
審査請求日	平成21年8月4日(2009.8.4)	(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
(31) 優先権主張番号	特願2002-338131 (P2002-338131)	(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
(32) 優先日	平成14年11月21日(2002.11.21)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デジタル信号処理方法、そのプログラム、及びそのプログラムを格納した記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

デジタル信号のフレーム単位での符号化に用いられ、当該フレームの先頭の連続する一部のサンプル系列、当該フレームの前のフレームの末尾の連続する一部のサンプル系列、当該フレームの末尾の連続する一部のサンプル系列、当該フレームの後ろのフレームの先頭の連続する一部のサンプル系列、のうち少なくとも1つのサンプル系列を用いて当該フレームの上記デジタル信号についてフィルタリング又は予測処理をするデジタル信号処理方法であって、

当該フレームの上記デジタル信号を符号化して当該フレームの主符号を生成するステップと、

上記少なくとも1つのサンプル系列を、当該フレームの上記デジタル信号とは別に符号化して得た補助符号を生成するステップと、

上記主符号と上記補助符号とを当該フレームの符号に含むステップ、

とを含むことを特徴とするデジタル信号処理方法。

【請求項2】

フレーム単位の復号化に用いられるデジタル信号処理方法であって、

当該フレームの符号から主符号と補助符号とを分離するステップと、

当該フレームの主符号を復号して当該フレームのサンプル系列を得るステップと、

当該フレームの補助符号を復号して当該フレームの先頭の連続する一部のサンプル系列、当該フレームの前のフレームの末尾の連続する一部のサンプル系列、当該フレームの末

尾の連続する一部のサンプル系列、当該フレームの後ろのフレームの先頭の連続する一部のサンプル系列、の少なくとも1つのサンプル系列を求めるステップと、

上記少なくとも1つのサンプル系列を、当該フレームの前のフレームの末尾の補助サンプル系列又は当該フレームの後ろのフレームの先頭の補助サンプル系列として当該フレームの上記サンプル系列についてフィルタリング又は予測するステップ、

とを含むことを特徴とするデジタル信号処理方法。

【請求項3】

請求項1又は2に記載したデジタル信号処理方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項4】

請求項1又は2に記載したデジタル信号処理方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明はデジタル信号のフレーム単位での符号化や復号化自体やこれと関連する処理の方法、そのプログラム、及びそのプログラムを格納した記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

音声、画像などのデジタル信号に対するフレーム単位での処理には、予測やフィルタなどフレームをまたがる処理が頻繁に行われる。前後のフレームのサンプルを使うことで連続性や、効率を高めることができる。しかしながらパケット伝送では、前のフレームのサンプルや後続するサンプルが得られない場合があり、また指定したフレームだけからの処理が要求される場合がある。これらの場合は連続性や圧縮効率が低下する。

まず、この発明のデジタル信号処理方法を適用することができるデジタル信号処理を一部に利用している例として考えられる符号化方法、その復号化方法を図1を参照して説明する。(なおこの例は公知ではない。)

入力端子11よりの第1標本化周波数のデジタル信号はフレーム分割部12でフレーム単位、例えば1024サンプルごとに分割され、フレームごとのデジタル信号はダウンサンプリング部13で第1標本化周波数のデジタル信号からこれよりも低い第2標本化周波数のデジタル信号に変換される。この場合、その第2標本化周波数の標本化により折り返し信号が生じないように低域通過フィルタ処理により高域成分が除去される。

【0003】

第2標本化周波数のデジタル信号は、符号化部14で非可逆又は可逆の圧縮符号化が行われ、主符号Imとして出力される。この主符号Imは局部復号部15で復号され、復号された局部信号はアップサンプリング部16で第2標本化周波数の局部信号から第1標本化周波数の局部信号に変換される。その際、当然のことであるが補間処理が行われる。この第1標本化周波数の局部信号と、フレーム分割部12よりの分岐された第1標本化周波数のデジタル信号との時間領域での誤差信号が誤差算出部17で算出される。

その誤差信号は予測誤差生成部51に供給され、誤差信号の予測誤差信号が作られる。

【0004】

この予測誤差信号は圧縮符号化部18において、ビット列の並び替えを行い、そのまま、または更に可逆(ロスレス)圧縮符号化されて誤差符号Peとして出力される。符号化部14よりの主符号Imと誤差符号Peとが合成部19で合成され、パケット化されて出力端子21より出力される。

なお、前記ビット列の並び替え、及び可逆圧縮符号化については例えば特許文献1の第6～8頁、第3図を、そのパケット化については例えば、非特許文献1をそれぞれ参照されたい。

【0005】

復号化器30においては入力端子31よりの符号は分離部32において主符号Imと誤

10

20

30

40

50

差符号 P e とに分離され、主符号 I m は復号部 3 3 で符号化器 1 0 の符号化部 1 4 と対応した復号処理により非可逆又は可逆復号されて第 2 標本化周波数の復号信号が得られる。この第 2 標本化周波数の復号信号はアップサンプリング部 3 4 でアップサンプリングされて第 1 標本化周波数の復号信号に変換される。この際、当然のことであるが標本化周波数を高くするために補間処理が行われる。

分離された誤差符号 P e は復号化部 3 5 で予測誤差信号を再生する処理が行われる。この復号化部 3 5 の具体的構成及び処理については例えば前記公報に示されている。再生された予測誤差信号の標本化周波数は第 1 の標本化周波数である。

【 0 0 0 6 】

この予測誤差信号は予測合成部 6 3 で予測合成されて誤差信号が再生される。この予測合成部 6 3 は符号化器 1 0 の予測誤差生成部 5 1 の構成と対応したものとされる。

この再生した誤差信号の標本化周波数は第 1 標本化周波数であり、この誤差信号とアップサンプリング部 3 4 よりの第 1 標本化周波数の復号信号とが加算部 3 6 で加算されてデジタル信号が再生され、フレーム合成部 3 7 へ供給される。フレーム合成部 3 7 では順次フレームごとに再生されたデジタル信号をつなぎ合わせて出力端子 3 8 へ出力する。

図 1 中のアップサンプリング部 1 6 , 3 4 においては復号信号のサンプル列に対し、第 1 標本化周波数のサンプル列になるように所定のサンプル数ごとに 0 値のサンプルを 1 乃至複数挿入し、この 0 値サンプルを挿入したサンプル列を例えば図 2 A に示す F I R フィルタによりなる補間フィルタ（一般に低域通過フィルタ）に通して、0 値サンプルをその前後の 1 乃至複数のサンプルにより補間した値のサンプルとする。つまり第 1 標本化周波数の周期を遅延量とする遅延部 D が直列に接続され、この直列接続の一端に零詰めされたサンプル列 $x(n)$ が入力され、その各入力と、各遅延部 D の出力に対しそれぞれ乗算部 $22_1 \sim 22_m$ でフィルタ係数 h_1, h_2, \dots, h_m が乗算され、これら乗算結果が加算部 2 3 で加算されてフィルタ出力 $y(n)$ とされる。

【 0 0 0 7 】

この結果、例えば図 2 B に示す実線の復号信号サンプル列に対し、挿入した 0 値サンプルは、破線に示すように線形補間された値をもつサンプルとなる。

このような F I R フィルタの処理においては図 2 C に示すように L サンプルからなるフレーム内の各サンプル $x(n)$, ($n=0, \dots, L-1$) を、これとその前後の各 T 点のサンプルの計 $2T+1=m$ サンプルに対し係数 h_n を畳み込む処理、つまり次式の演算を実現して、出力 $y(n)$ を得ている。

【 数 1 】

$$y(n) = \sum_{i=-T}^T h_{n-i} x(i) \quad (1)$$

【 0 0 0 8 】

従って現フレームの先頭の実出力サンプル $y(0)$ は一つ前のフレームの $x(-T)$ から $x(-1)$ までの T 個のサンプルに依存している。同様に現フレームの最後の出力サンプル $y(L-1)$ は次のフレームの $x(L)$ から $x(L+T-1)$ までの T 個の値に依存している。なお、図 2 A 中の乗算部をフィルタのタップと称し、また乗算部 $22_1 \sim 22_m$ の数 m をタップ数という。

図 1 に示したような符号化復号化システムで、前後のフレームのサンプルもわかっている場合がほとんどであるが、伝送路におけるパケット消失やランダムアクセス（音声、画像信号の途中からの再生）のために、フレーム内で情報が完結することが要求されることがある。この場合前後のサンプルの不明な値はすべて 0 と仮定することもできるが、連続性や効率が低下する。

【 0 0 0 9 】

また図 1 中の符号化器 1 0 の予測誤差生成部 5 1 は自己回帰型線形予測では例えば図 3 A に示すように入力されたサンプル列 $x(n)$ （この例では誤差算出部 1 7 からの誤差信号）が、そのサンプル間隔を遅延量とする遅延部 D の直列接続の一端に入力されると共に予測

10

20

30

40

50

係数決定部 5 3 に入力され、予測係数決定部 5 3 は過去の複数の入力サンプルと出力予測誤差 $y(n)$ とからその予測誤差エネルギーが最小になるように、線形予測係数の組 $\{\alpha_1, \dots, \alpha_p\}$ がサンプルごとに決定され、これら予測係数 $\alpha_1, \dots, \alpha_p$ が、遅延部 D の各対応する出力に対し、乗算部 2 4₁ ~ 2 4_p でそれぞれ乗算され、これら乗算結果が加算部 2 5 で加算されて予測値が生成され、この例では整数化部 5 6 で整数値とされ、この整数値の予測信号が入力されたサンプルから減算部 5 7 で減算されて、予測誤差信号 $y(n)$ が得られる。

【 0 0 1 0 】

このような自己回帰型予測処理では図 3 B に示すように L サンプルからなるフレーム内の各サンプル $x(n)$, ($n=0, \dots, L-1$) の前の p 点のサンプルに対し予測係数 α_i を畳み込んで予測値を求め、その予測値をサンプル $x(n)$ から減算して、つまり次式の演算を実行して予測誤差信号 $y(n)$ を得ている。

【数 2】

$$y(n) = x(n) - \left[\sum_{i=1}^p \alpha_i x(n-i) \right] \quad (2)$$

【 0 0 1 1 】

ただし、 $[*]$ は値 * の整数化を表し、例えば端数切捨てを行う。従って、現フレームの先頭の予測誤差信号 $y(0)$ は一つ前のフレームの $x(-p) \sim x(-1)$ までの p 個の入力サンプルに依存している。なお、歪を許す符号化では整数化は不要である。また、演算途中で整数化を行ってもよい。

図 1 中の復号化器 3 0 の予測合成部 6 3 は自己回帰型予測合成では例えば図 4 A に示すように、入力されたサンプル列 $y(n)$ (この例では非圧縮符号化部 3 5 で再生された予測誤差信号) は加算部 6 5 に入力され、後で理解されるように加算部 6 5 から予測合成信号 $x(n)$ が出力され、この予測合成信号 $x(n)$ はそのサンプル列のサンプル周期を遅延量とする遅延部 D の直列接続の一端に入力されると共に予測係数決定部 6 6 に入力される。予測係数決定部 6 6 は予測信号 $x'(n)$ と予測合成信号 $x(n)$ との誤差エネルギーが最小になるように予測係数 $\alpha_1, \dots, \alpha_p$ を決定し、各遅延部 D の出力に対応する $\alpha_1, \dots, \alpha_p$ が乗算部 2 6₁ ~ 2 6_p で乗算され、これら乗算結果が加算部 2 7 で加算されて予測信号が生成される。この予測信号は整数化部 6 7 で整数値とされ、整数値の予測信号 $x(n)'$ が加算部 6 5 で入力された予測誤差信号 $y(n)$ に加算されて、予測合成信号 $x(n)$ が出力される。

【 0 0 1 2 】

このような自己回帰型予測合成処理では図 4 B に示すように L サンプルからなるフレーム内の各入力サンプル $y(n)$, ($n=0, \dots, L-1$) について、その前の p 点の予測合成サンプルに対し予測係数 α_i を畳み込んで求めた予測値を加算して、つまり次式の演算を実行して予測合成信号 $x(n)$ を得ている。

【数 3】

$$x(n) = y(n) + \left[\sum_{i=1}^p \alpha_i x(n-i) \right] \quad (3)$$

【 0 0 1 3 】

従って、現フレームの先頭の予測合成サンプル $x(0)$ は一つ前のフレームの $x(-p)$ から $x(-1)$ までの p 個の予測合成サンプルに依存している。

このように自己回帰型の予測処理や予測合成処理では前フレームの入力サンプルや前フレームの予測合成サンプルを必要とするため、例えば図 1 に示したような符号化復号化システムで、パケット消失やランダムアクセスのために、フレーム内で情報が完結することが要求される場合、前のサンプルの不明な値をすべて 0 と仮定することもできるが、連続性や予測効率が低下する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 4 】

従来において有音区間のみ、音声信号をパケット送信し、無音区間ではパケット送信を行わず、受信側では無音区間に擬似背景雑音を挿入する音声パケット伝送システムにおいて、有音区間と無音区間のレベルの不連続性を補正して会話の始まりや終わりに違和感が生じないようにする技術が特許文献2で提案されている。この手法は受信側で有音区間の復号された音声フレームと擬似背景雑音フレームとの間に補間フレームを挿入し、その補間フレームとしてハイブリッド符号化方式の場合、フィルタ係数、雑音符号帳インデックスは有音区間のものを用い、ゲイン係数は背景雑音ゲインの中間値を取るものである。

上記特許文献2に示すものは有音区間のみ送信し、その有音区間の始めおよび終りは、それぞれもともと前フレームおよび後フレームが存在しない状態で処理されたものである

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 5 】

【 特許文献 1 】 特開2001-144847公報

【 特許文献 2 】 特開2000-307654公報

【 非特許文献 】

【 0 0 1 6 】

【 非特許文献 1 】 T.Moriya 他 4 名著 “ Sampling Rate Scalable Lossless Audio coding ” 2002 IEEE Speech Coding Workshop proceedings 2002 , 10月

20

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 7 】

フレームごとの処理において、現フレームの前のサンプルや現フレームの後のサンプルを用いて現フレームを処理することにより連続性、品質や効率を高める処理方式を使用する場合に、受信側（復号側）で前フレームや後のフレームが得られない状態でも連続性、品質、効率の低下を抑えるようにし、あるいは1フレームだけでも、他のフレームから独立に処理しても前フレームや後のフレームが存在している場合と同程度に近い連続性、品質、効率を得られるようにすることが望まれる。このような信号処理はフレームごとにデジタル信号を符号化して伝送あるいは記憶を行う場合の符号化処理の一部の処理、また

30

伝送受信された符号や記憶装置から読み出した符号の復号化処理の一部の処理に用いられる場合に限らず、一般にデジタル信号のフレーム単位の処理で前のフレームや後のフレームのサンプルも利用することにより、品質や効率を向上させるようにした処理にこの発明は適用できるものである。

【 0 0 1 8 】

つまりこの発明の目的はデジタル信号をフレーム単位で行う処理を、そのフレームのサンプルのみを用いて、前の又はノ及び後のフレームのサンプルも用いた場合と同程度の性能（連続性、品質、効率など）を得ることを可能とするデジタル信号処理方法、そのプログラムを提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

40

【 0 0 1 9 】

請求項1の発明によるデジタル信号処理方法は、

デジタル信号のフレーム単位での符号化に用いられ、当該フレームの先頭の連続する一部のサンプル系列、当該フレームの前のフレームの末尾の連続する一部のサンプル系列、当該フレームの末尾の連続する一部のサンプル系列、当該フレームの後ろのフレームの先頭の連続する一部のサンプル系列、のうち少なくとも1つのサンプル系列を用いて当該フレームの上記デジタル信号についてフィルタリング又は予測処理をするデジタル信号処理方法であって、

当該フレームの上記デジタル信号を符号化して当該フレームの主符号を生成するステップと、上記少なくとも1つのサンプル系列を、当該フレームの上記デジタル信号とは

50

別に符号化して得た補助符号を生成するステップと、上記主符号と上記補助符号とを当該フレームの符号に含むステップを含む。

請求項2の発明によるデジタル信号処理方法は、

フレーム単位の復号化に用いられるデジタル信号処理方法であって、

当該フレームの符号から主符号と補助符号とを分離するステップと、

当該フレームの主符号を復号して当該フレームのサンプル系列を得るステップと、

当該フレームの補助符号を復号して当該フレームの先頭の連続する一部のサンプル系列、当該フレームの前のフレームの末尾の連続する一部のサンプル系列、当該フレームの末尾の連続する一部のサンプル系列、当該フレームの後ろのフレームの先頭の連続する一部のサンプル系列、の少なくとも1つのサンプル系列を求めるステップと、

上記少なくとも1つのサンプル系列を、当該フレームの前のフレームの末尾の補助サンプル系列又は当該フレームの後ろのフレームの先頭の補助サンプル系列として当該フレームの上記サンプル系列についてフィルタリング又は予測するステップ、

とを含む。

【0020】

この発明による上記デジタル信号処理方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラムもこの発明に含まれる。

この発明による上記デジタル信号処理方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラムを記録した記録媒体もこの発明に含まれる。

【発明の効果】

【0021】

この発明に共通する効果として、前又は/及び後のフレームに存在していた場合における連続性や効率をほとんど維持したまま、フレーム内で処理を完了することができる。このためフレーム単位でのランダムアクセスが必要な場合やパケット損失時の性能を改善することができる。

請求項1の発明によれば、先頭サンプル列又は末尾サンプル列を別途補助情報として用意することにより、受信側でフレーム欠落があった際に、補助方法として得たサンプル列を代用サンプル列として直ちに使用することができる。

請求項2の発明によれば、補助情報として受けた先頭サンプル列又は前フレームの末尾サンプル列を直ちに代用サンプル列として使用することで、フレームに対するランダムアクセスを容易にする。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】デジタル処理器の参考例を適用可能な部分を含む符号化器及び復号化器の例を示す機能構成図。

【図2】Aは前後のフレームにわたる処理を必要とするフィルタの機能構成例を示す図、Bは補間フィルタの処理例を示す図、Cは処理が前後のフレームにまたがる説明のための図。

【図3】Aは自己回帰型予測誤差生成部の機能構成例を示す図、Bはその処理を説明するための図。

【図4】Aは自己回帰型予測合成部の機能構成例を示す図、Bはその処理を説明するための図。

【図5】Aは第1参考形態の機能構成例を示す図、Bはその処理を説明するための図。

【図6】Aは参考例1のデジタル処理器の機能構成例を示す図、Bはその処理を説明するための図。

【図7】参考例1のデジタル処理方法の手順の例を示す図。

【図8】Aは参考例2の処理における信号の各例を示す図、BはAの変形例を示す図。

【図9】Aは参考例3のデジタル処理器の機能構成例を示す図、Bはその類似度演算部の機能構成例を示す図。

【図10】参考例3のデジタル処理方法の手順の例を示す流れ図。

10

20

30

40

50

- 【図 1 1】参考例 4 のデジタル処理器の機能構成例を示す図。
- 【図 1 2】参考例 4 の処理における各信号例を示す図。
- 【図 1 3】参考例 4 のデジタル処理方法の手順の例を示す流れ図。
- 【図 1 4】参考例 5 の機能構成例を示す図。
- 【図 1 5】参考例 5 の処理における各信号の例を示す図。
- 【図 1 6】参考例 5 のデジタル処理方法の手順の例を示す流れ図。
- 【図 1 7】参考例 6 の説明のための図。
- 【図 1 8】参考例 6 のデジタル処理方法の手順の例を示す流れ図。
- 【図 1 9】参考例 6 における予測係数の設定を示す表。
- 【図 2 0】参考例 7 の説明のための図。 10
- 【図 2 1】A は参考例 9 の予測誤差信号生成処理を行うフィルタ構成を示す図、B は図 2 1 A に対応した予測合成処理を行うフィルタ構成を示す図。
- 【図 2 2】参考例 9 における係数の設定を示す表。
- 【図 2 3】フィルタの他の構成例を示す図。
- 【図 2 4】フィルタの更に他の構成を示す図。
- 【図 2 5】フィルタの更に他の構成を示す図。
- 【図 2 6】遅延部を使用しないフィルタの構成を示す図。
- 【図 2 7】図 2 6 のフィルタの逆処理を行うフィルタの構成を示す図。
- 【図 2 8】A は参考例 1 0 の説明のための図、B は参考例 1 0 におけるフィルタ係数の設定を示す表。 20
- 【図 2 9】参考例 1 0 の処理手順を示す流れ図。
- 【図 3 0】参考例 1 1 の説明のための図。
- 【図 3 1】参考例 1 1 の処理を説明するための図。
- 【図 3 2】参考例 1 1 の処理手順を示す流れ図。
- 【図 3 3】参考例 1 2 の説明のための図。
- 【図 3 4】参考例 1 2 の処理を説明するための図。
- 【図 3 5】参考例 1 2 の処理手順を示す流れ図。
- 【図 3 6】この発明の実施例 1 の機能構成例を示す図。
- 【図 3 7】この発明の実施例 1 の説明のための図。
- 【図 3 8】この発明の実施例 2 の機能構成例を示す図。 30
- 【図 3 9】この発明の実施例 2 の説明のための図。
- 【図 4 0】送信信号フレーム構成の例を示す図。
- 【図 4 1】A は応用参考例 1 の符号化側処理部の説明のための図、B は図 4 1 A に対応する復号化側処理部の説明のための図。
- 【図 4 2】A は応用参考例 2 の符号化側処理部の説明のための図、B は図 4 2 A に対応する復号化側処理部の説明のための図。
- 【図 4 3】他の参考例を説明するための図。
- 【図 4 4】図 4 3 に示す参考例の機能構成図。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0 0 2 3】 40

第 1 参考形態

本発明を説明する前に、本発明に関連したデジタル信号処理方法の参考例を説明する。

第 1 参考形態は図 5 A、図 5 B に示すように、例えばバッファ 1 0 0 などに格納されている 1 フレームのデジタル信号（サンプル列） S_{FC} 内の一部の連続するサンプル列 S が、つまりバッファ 1 0 0 内のサンプル列 S が消去されることなく代用サンプル列生成部 1 1 0 により読み出され、そのサンプル列 S はそのまま、あるいは必要に応じて処理され、代用サンプル列 AS として生成され、この代用サンプル列 AS はサンプル列接続部 1 2 0 により、バッファ 1 0 0 内の現フレーム FC の先頭サンプルの前及び現フレーム FC の末尾サンプルの後にそれぞれつなげられ、このつなげられたサンプル列 $PS (= AS$ 50

+ $S_{FC} + A S$ 、以下処理サンプル列と呼ぶ)は代用サンプル列 $A S$ の先頭から、 $F I R$ フィルタのような線形結合処理部 130 に供給されて線形結合処理される。勿論、代用サンプル列 $A S$ はバッファ 100 内の現フレームに予め直接つなげて一連の処理サンプル列を形成しておく必要はなく、現フレーム $F C$ につなげる代用サンプル列 $A S$ として、独立してバッファ 100 内に格納し、読み出し時にサンプル列 $A S$ 、 S_{FC} 、 $A S$ の順に連続して読み出して $F I R$ フィルタに供給してもよい。

【0024】

図 5 B 中に破線で示すようにフレームの末尾サンプルの後につなげる代用サンプル列 $A S$ としては、現フレームデジタル信号 S_{FC} 内の部分サンプル S とは異なる部分の連続するサンプル列 S を用いて代用サンプル列 $A S$ としてつなげてよい。線形結合処理部 130 の処理内容によっては代用サンプル列 $A S$ を、先頭サンプルの前にのみ、または末尾サンプルの後にのみつなげるだけでもよい。

線形結合処理部 130 で前のフレームのサンプルや後続するフレームのサンプルを必要とするが、前、後のフレームのその必要とするサンプル列の代わりに現フレーム内の一部のサンプル列を複製し、これを代用サンプル列として用いることにより、前後フレームのサンプルを使用しないで現フレームのサンプル列 S_{FC} のみで 1 フレーム分の処理されたデジタル信号(サンプル列) S_{OU} を得ることができる。この場合、代用サンプル列を現フレームのサンプル列 S_{FC} 中の部分サンプル列から生成しているため、単にフレーム前、後の代用サンプル列の部分をもとして処理する場合より、連続性、品質、効率が向上する。

【0025】

第 1 参考形態を図 2 A に示した $F I R$ フィルタ処理に適用した参考例 1 を説明する。

図 6 A 中のバッファ 100 には図 6 B に示す現 1 フレーム分のデジタル信号(サンプル列) S_{FC} が格納されてある。このデジタル信号 S_{FC} の各サンプルを $x(n)$ 、($n=0, \dots, L-1$)とする。代用サンプル列生成接続部 140 中の読み出し部 141 により、この現フレーム $F C$ の先頭より 2 番目のサンプル $x(1)$ から $x(T)$ までの T 個のサンプルが一部の連続するサンプル列 S としてバッファ 100 から読み出され、この T 個のサンプル列 S は逆順配列部 142 でその配列順が逆とされたサンプル列 $x(T), \dots, x(2), x(1)$ が代用サンプル列 $A S$ として生成される。この代用サンプル列 $A S$ が、バッファ 100 内のデジタル信号 S_{FC} のフレーム $F C$ の先頭サンプル $x(0)$ の前につなげるようにバッファ 100 に書込み部 143 により格納される。

【0026】

また読み出し部 141 により末尾サンプル $x(L-1)$ より $T-1$ 個前のサンプル $x(L-T-1)$ から $x(L-1)$ の 1 つ前のサンプル $x(L-2)$ までの T 個が一部の連続サンプル列 S としてバッファ 100 から読み出され、このサンプル列 S は逆順配列部 142 で配列順が逆とされ、 $x(L-2), x(L-3), \dots, x(L-T-1)$ が代用サンプル列 $A S$ として生成され、代用サンプル列 $A S$ は書込み部 143 によりバッファ 100 内の現フレームの末尾サンプル $x(L-1)$ の後につなげるように格納される。

その後、バッファ 100 から読み出し部 141 により $n=-T$ から $n=L+T-1$ までの処理サンプル列 $x(-T), \dots, x(-1), x(0), x(1), \dots, x(L-2), x(L-1), x(L), \dots, x(L+T-1)$ が読み出されて $F I R$ フィルタ 150 へ供給される。そのフィルタ処理の結果 $y(0), \dots, y(L-1)$ が出力される。この例では代用サンプル列 $A S$ は先頭サンプル $x(0)$ に対し、フレーム $F C$ 内のサンプルが対称に配され、同様に代用サンプル列 $A S$ は末尾サンプル $x(L-1)$ に対し、フレーム $F C$ 内のサンプルが対称に配され、これらの部分は先頭サンプル $x(0)$ 、末尾サンプル $x(L-1)$ をそれぞれ中心として波形が対称になるため、その前後の周波数特性が類似し、よって $A S$ 、 $A S$ を 0 とする場合より、周波数特性の乱れが少なく、それだけ前後にフレームが存在している場合に対する誤差が少ないフィルタ処理出力 $y(0), \dots, y(L-1)$ が得られる。

【0027】

なお、図 6 A 中に破線で示す窓掛け部 144 により、例えば先頭サンプル $x(0)$ より先方になる程、重みが小さくなる窓関数 (n) を代用サンプル $A S$ に掛け算してなませたも

10

20

30

40

50

のを用い、同様に末尾サンプル $x(L-1)$ より後の方になる程、重みが小さくなる窓関数 (n) を代用サンプル $A S$ に掛算してなませたものを用いてもよい。

なお代用サンプル $A S$ については窓関数を逆順配列する前のサンプル列 S に対して行えば窓関数として (n) を用いることができる。

図6Aの構成は、バッファ100内の現フレームに対し、代用サンプル列 $A S$, $A S'$ を付加した処理サンプル列 $P S$ をバッファ100内に生成し、生成された処理サンプル列 $P S$ をその先頭から順次読み出してFIRフィルタ150に供給する場合を示した。しかしながら、前述の説明から明らかなように、要は現フレーム内の部分サンプル列から生成した代用サンプル列 $A S$, $A S'$ と現フレームサンプル列 S_{FC} を、 $A S$, S_{FC} , $A S'$ の順に順次連続してFIRフィルタ処理すればよいのであるから、バッファ100内に代用サンプル列 $A S$, $A S'$ を付加した処理サンプル列 $P S$ を生成しなくても、部分サンプル列 S 、現フレームサンプル列 S_{FC} 、部分サンプル列 S' の順に現フレーム FC からサンプルを1つずつ取り出して、FIRフィルタ150へ供給してもよい。

【0028】

即ち例えば図7に示すように $n = -T$ を初期設定し ($S1$) , $x(-n)$ をバッファ100から読み出し、そのまま、又は必要に応じて窓関数 (n) を掛けて $x(n)$ としてFIRフィルタ150へ供給し ($S2$)、 $n=-1$ となったかを調べ ($S3$)、なってなければ n を+1してステップ $S2$ に戻る ($S4$)。 $n=-1$ であれば、 n を+1して ($S5$)、 $x(n)$ をバッファ100から読み出し、これをFIRフィルタ150へ供給し ($S6$)、 $n=L-1$ になったかを調べ、なってなければステップ $S5$ に戻り ($S7$)、 $n=L-1$ であれば n を+1し ($S8$)、 $x(2L-n-2)$ をバッファ100から読み出し、そのまま、または必要に応じて窓関数 (n) を掛けて $x(n)$ としてFIRフィルタ150へ供給し ($S9$)、 $n=L+T-1$ になったかを調べ、なってなければステップ $S8$ に戻り、 $n=L+T-1$ であれば終了する ($S10$)。

【0029】

第1参考形態を図2Aに適用した参考例2を説明する。これは現フレーム FC 内の一部の連続するサンプル列 S を用いて、フレーム FC の先頭サンプル $x(0)$ の前と末尾サンプル $x(L-1)$ の後にそれぞれつなげる。

即ち図6Aのバッファ100から図8Aに示すようにフレーム FC 内の一部の連続するサンプル列 $x()$, ..., $x(+T-1)$ を読み出し、このサンプル列 S を代用サンプル列 $A S$ として先頭サンプル $x(0)$ の前につながるようにバッファ100に格納し、またサンプル列 S を代用サンプル列 $A S$ として末尾サンプル $x(L-1)$ の後につながるようにバッファ100に格納する。つまり図6Aの代用サンプル列生成接続部140では読み出し部141の出力が破線で示すように書き込み部143へ直ちに供給される。この方法は部分サンプル列 S の複製を $+T+1$ だけ前方にシフトして代用サンプル列 $A S$ とし、 S の複製を後方へ $L -$ だけシフトして代用サンプル $A S$ としていると云える。この場合も窓掛け部144を利用して代用サンプル列 $A S$ には窓関数 (n) を、代用サンプル列 $A S$ には窓関数 (n) を掛算して用いてもよい。代用サンプル列 $A S$, $A S'$ がつながられたフレーム FC のサンプル列 S_{FC} は代用サンプル列 $A S$ の先頭からFIRフィルタ150へ読み出し供給されて、フィルタ処理結果 $y(0)$, ..., $y(L-1)$ を得る。

【0030】

図8Bに示すように、図8Aに示したと同様にして代用サンプル列 $A S$ を先頭サンプル $x(0)$ の前につなげた後、フレーム FC 内の $x()_1$, ..., $x()_1+T-1$ とは異なる部分の一部の連続するサンプル列 $x()_2$, ..., $x()_2+T-1$ をサンプル列 S として取り出し、これを代用サンプル列 $A S$ として末尾サンプル $x(L-1)$ の後につなげてよい。この場合も代用サンプル列 $A S$ に窓関数 (n) を掛けたものを用いてもよい。

この参考例2の場合もバッファ100から1サンプルずつ取り出してFIRフィルタ150へ供給することもできる。例えば図7のステップ $S2$ において括弧書きで示すように、 $x(n)$ として図8Aの場合は $x(n+)$ 、図8Bの場合は $x(n+)_1$ を使用し、ステップ $S9$ において $x(n)$ として括弧書きで示すように図8Aの場合は $x(n+)_1$ を、図8Bの場合は $x(n+)_2$ を使用すればよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

このように参考例 1、2 では 1 つのフレームのサンプル列 S_{FC} のみを用いて、その前、後のフレームの一部のサンプルを必要とするデジタル処理を行うことができ、連続性、品質、効率が向上する。

【 0 0 3 2 】

第 1 参考形態の参考例 3 は、予め決めた各種の代用サンプル列の生成方法、あるいは参考例 2 の場合に部分サンプル列 S (又は S_1, S_2) の取り出し位置を変更して最も好ましい代用サンプルを生成する方法のいずれかを表す補助情報、または / およびサンプル列 S の取り出し位置を示す補助情報を出力する。この参考例は例えば図 1 に示した符号化復号化システムに適用されるものである。位置の選択方法については後述する。

代用サンプル列の生成方法としては例えば次のものが考えられる。

- 1 . 参考例 2 の図 8 A で S を変化、窓関数なし
- 2 . 参考例 2 の図 8 A で S を変化、窓関数なし、逆順配列
- 3 . 参考例 2 の図 8 A で S を変化、窓関数あり
- 4 . 参考例 2 の図 8 A で S を変化、窓関数あり、逆順配列
- 5 . 参考例 2 の図 8 B で S_1, S_2 を変化、窓関数なし
- 6 . 参考例 2 の図 8 B で S_1, S_2 を変化、窓関数なし、逆順配列
- 7 . 参考例 2 の図 8 B で S_1, S_2 を変化、窓関数あり
- 8 . 参考例 2 の図 8 B で S_1, S_2 を変化、窓関数あり、逆順配列
- 9 . 参考例 1 で窓関数なし
- 10 . 参考例 1 で窓関数あり
- 11 . 参考例 2 の図 8 A で S 固定、窓関数なし
- 12 . 参考例 2 の図 8 A で S 固定、窓関数なし、逆順配列
- 13 . 参考例 2 の図 8 A で S 固定、窓関数あり
- 14 . 参考例 2 の図 8 A で S 固定、窓関数あり、逆順配列
- 15 . 参考例 2 の図 8 B で S_1, S_2 固定、窓関数なし
- 16 . 参考例 2 の図 8 B で S_1, S_2 固定、窓関数なし、逆順配列
- 17 . 参考例 2 の図 8 B で S_1, S_2 固定、窓関数あり
- 18 . 参考例 2 の図 8 B で S_1, S_2 固定、窓関数あり、逆順配列

この方法 9 および 10 はそれぞれ方法 6 および 8 に含まれるから、方法 9、10 と方法 6、8 は同時に選択対象とすることはない。また一般に方法 11 ~ 14 よりも方法 1 ~ 4 の方が良い代用パルス列を求めることができるから、これらを同時に選択対象とすることはない。同様に方法 5 ~ 8 と方法 15 ~ 18 を同時に選択対象とすることはない。従って例えば方法 1 ~ 8 の 1 乃至複数を選択対象とし、あるいは方法 1 ~ 4 の 1 乃至複々と、9 および 10 の何れかかを選択対象とするなど、複数量の方法を方法 1, ..., M として予め決めておく。方法 1 ~ 8 のいずれかの 1 つのみを選択対象とする場合もある。

【 0 0 3 3 】

これら予め決めた生成方法を図 9 A 中の生成法記憶部 160 に格納しておき、選択制御部 170 の制御により、生成法記憶部 160 から代用サンプル列生成方法の 1 つが読み出されて代用サンプル列生成部 110 に設定され、代用サンプル列生成部 110 が動作を開始して、その設定された生成方法に従って、バッファ 100 から現フレーム FC 内の一部の連続するサンプル列 S を取り出し、代用サンプル列 (候補) を生成し、その候補代用サンプル列を選択制御部 170 へ供給する。

選択制御部 170 は現フレーム FC 中の候補代用サンプル列と対応する前フレーム FB 中のサンプル列又は次フレーム FF 中のサンプル列との類似度を類似度演算部 171 で演算する。類似度演算部 171 では例えば図 9 B に示すように、現フレーム FC のサンプルとまたがって、FIR フィルタ処理 (例えば図 1 におけるアップサンプリング部 16 内で実行される FIR 処理) に使用する前フレーム FB 中の末尾サンプル列 $x(-T), \dots, x(-1)$ をバッファ 100 から予めレジスタ 172 に格納しておき、また次フレーム FF 中の現フレーム FC のサンプルとまたがって FIR フィルタ処理に使用する先頭サンプル列 $x(L),$

..., $x(L+T-1)$ をバッファ100から予めレジスタ173に格納しておく。

【0034】

入力された候補代用サンプル列が前フレームのサンプル列に対するものASであればレジスタ174に格納し、このサンプル列ASとレジスタ172内のサンプル列 $x(-T)$, ..., $x(-1)$ との自乗誤差を歪演算部175で演算する。入力された候補代用サンプルが次フレームのサンプル列に対するものASであればレジスタ176に格納し、このサンプル列ASとレジスタ173内のサンプル列 $x(L)$, ..., $x(L+T-1)$ との自乗誤差を歪演算部175で演算する。

演算した自乗誤差(又は重み付け自乗誤差)が小さい程、候補代用サンプル列の歪が小さく、つまり対応前フレームの末尾サンプル列又は次フレームの先頭サンプル列との類似度が高いと云える。類似度の判断は各候補代用サンプル列の現フレームに対応するサンプル列ベクトルの内積(又は余弦)を求め、この値が大きい程、類似度が高いとしてもよい。方法1~8のいずれの場合も、位置 α_1 , α_2 を例えば $\alpha_1=0$, ..., $L-1$ とと変化されて類似度が最大となる位置のサンプル列がその方法による類似度最大の候補代用サンプル列となる。方法1~8のうち複数を使用する方法として選択している場合は、それら選択した方法によるそれぞれの類似度が最大となる候補代用サンプル列のうち、最大の類似度の候補代用サンプル列を選択する。

【0035】

このようにして各種方法で求めた代用サンプル列中の類似度が最も高い代用サンプル列AS, ASを現フレームFCのサンプル列 S_{FC} の前、後につなげてFIRフィルタ150へ供給する。またその採用した代用サンプル列AS, ASの生成に用いる方法を示す情報AI_{AS}、方法1~8の場合は取り出したサンプル列 S (またはこれと S)の位置(または α_1 と α_2)を示す情報AI_pよりなる補助情報AI、方法1~8の何れか1つのみを用いる場合は情報AI_pのみを補助情報生成部180で生成し、必要に応じて補助情報AIを補助情報符号化部190で補助符号C_{AI}に符号化する。例えば図1に示した符号化器10において生成した当該フレームFCの符号の一部に補助情報AI又は補助符号C_{AI}を加えて、伝送又は記録を行う。

【0036】

なお参考例1や参考例2で(又は α_1 , α_2)が固定の場合は、予め復号側でこれらのことを知らせておけば補助情報を出力する必要はない。

図9Aに示した処理方法の処理手順を図10を参照して説明する。

まず生成方法を指定するパラメータmを1に初期化し(S1)、その方法mを記憶部160から読み出して代用サンプル列生成部110に設定して(S2)、代用サンプル列(候補)AS, ASを生成する(S3)。これら代用サンプル列AS, ASの前フレームサンプル列、次フレームサンプル列との類似度 E_m を求め(S4)、その類似度 E_m がそれまでの最大の類似度 E_M より高いかを調べ(S5)、高ければその E_m に E_M を更新し(S6)、またメモリ177(図9A)に保存してある代用サンプル列AS(又はこれとAS)をその代用サンプル列(候補)で更新保存する(S7)。メモリ177にはそれまでの最大の類似度 E_M も保存されている。

【0037】

ステップS5で E_m が E_M より大きくない場合、およびステップS7の後に $m=M$ となったかを調べ(S8)、なっていない場合はステップS9でmを+1してステップS3に戻り、次の方法による代用サンプル列の生成に移る。ステップS8で $m=M$ であれば、その時保存している代用サンプル列AS(又はASとAS)を現フレームFCのサンプル列 S_{FC} の前、後につなげ(S10)、これをFIRフィルタ処理し(S11)、またその採用した代用サンプル列の生成方法を示す情報AI_{AS}又は/及び位置情報AI_pを示す補助情報AIを生成する(S12)。

【0038】

位置 α_1 又は α_2 を変化させる方法1~8において、最も類似度が高い代用サンプル列の生成は図10に示すステップS1~S9と同様にして求めることができる。例えば方

10

20

30

40

50

法 1 ~ 4 の場合は各 m について図 10 中に括弧書きで示すようにステップ S 1 で $m = 0$ と初期設定し、ステップ S 2 で m を設定し、ステップ S 3 で代用サンプル列を生成し、ステップ S 4 で類似度 E_m を演算し、ステップ S 5 で E_m より大きいかを調べ、大きければステップ S 6 で E_m を E で更新し、かつステップ S 7 で代用サンプル列を更新保存し、ステップ S 8 で $m = L - T - 1$ かを調べ、そうでなければステップ S 9 で m を + 1 してステップ S 3 に戻り、ステップ S 8 で $m = L - T + 1$ であればステップ S 10 で $M = 1$ の場合は保存してある代用サンプル列 A_S を採用し、 M が複数の場合はその時保存してある E_m をその方法 m の類似度 E_m とする。

【 0 0 3 9 】

このようにして現フレーム FC のサンプル列 S_{FC} 中から、最も好ましい代用サンプル列を生成し、その補助情報 AI を当該フレーム FC の符号の一部として出力するため、このフレームの符号を復号化する際に、その復号に必要なデジタル信号の処理で前（過去）、後（未来）のフレームのサンプルを必要とする場合（例えば図 1 中の復号器 30 のアップサンプリング部 34）復号途中で得られた当該フレーム FC のサンプル列 S_{FC} （復号した）内から補助情報 AI で指示された方法により一部の連続サンプル列を取り出して代用サンプル列 A_S を生成し、これを復号したサンプル列 S_{FC} の前、後につなげて、当該デジタル信号処理を行うことにより、1 フレームの符号のみで 1 フレームのデジタル信号を復号（再生）することができ、しかも連続性、品質、効率の良いものとなる。

【 0 0 4 0 】

この参考例は例えばデジタル信号の符号化の一部に用いられ、フレーム内の先頭部分（先頭サンプル列）と類似するサンプル列を当該フレーム内から取り出し、この類似サンプル列に利得（利得 1 を含む）を掛けたものを先頭サンプル列から差し引いて、そのフレームのサンプル列を自己回帰型予測で予測誤差信号を生成することにより不連続による予測効率の低下を防ぐ。なお予測誤差が小さい程、予測効率が良いという。

参考例 4 は、例えば図 1 の符号化器 10 中の予測誤差生成部 51 に適用したものである。その機能構成例を図 11 に各処理経過におけるサンプル列の例を図 12 に、処理の流れの例を図 13 にそれぞれ示す。

【 0 0 4 1 】

処理対象の 1 フレーム FC のデジタル信号（サンプル列） $S_{FC} = \{x(0), \dots, x(L-1)\}$ は例えば図 11 中のバッファ 100 に格納されており、類似サンプル列選択部 210 により、フレーム FC 内の先頭サンプル列 $x(0), \dots, x(p-1)$ と類似するサンプル列 $x(n+), \dots, x(n+ + p-1)$ を、バッファ 100 内のそのフレーム FC のサンプル列 S_{FC} から読み出す（S1）。この類似サンプル列 $x(n+), \dots, x(n+ + p-1)$ を図 12 に示すように類似サンプル列 $u(0), \dots, u(p-1)$ となるようにフレーム FC 内の先頭位置にずらし、この類似サンプル列 $u(n)$ に利得付与部 220 で利得（ $0 < \dots < 1$ ）を掛け算して、サンプル列 $u(n) = \dots u(n)$ とし（S2）、このサンプル列 $u(n)$ を当該フレーム FC のサンプル列 $x(0), \dots, x(L-1)$ より減算部 230 で減算し、その結果を図 12 に示すようにサンプル列 $v(0), \dots, v(L-1)$ とする（S3）。つまり

$$n=0, \dots, p-1 \text{ で } v(n) = x(n) - u(n)$$

$$n=p, \dots, L-1 \text{ で } v(n) = x(n)$$

とする。 $x(n+), \dots, x(n+ + p-1)$ に利得を掛け算した後、このサンプル列をフレーム内の先頭位置にずらしてサンプル列 $u(n)$ としてもよい。

【 0 0 4 2 】

p 個（予測次数個）の代用サンプル列 $v(-p), \dots, v(-1)$ を先頭サンプル $v(0)$ の前に、代用サンプル列付加部 240 で図 12 に示すようにつなげる（S4）。代用サンプル列 $v(-p), \dots, v(-1)$ としては 0, ..., 0 や、固定値 d, \dots, d 、あるいは第 1 参考形態で求めた代用サンプル列 A_S と同様な手法で求めた p 個のサンプル列でもよい。

代用サンプルをつなげたサンプル列 $v(-p), \dots, v(L-1)$ を予測誤差生成部 51 へ入力して、自己回帰型予測により予測誤差信号 $y(0), \dots, y(L-1)$ を生成する（S5）。

類似サンプル列 $x(n+), \dots, x(n+ + p-1)$ の決定、利得の決定は、例えば予測誤差信

10

20

30

40

50

号 $y(0), \dots, y(L-1)$ のパワーが最小となるように α と β を決定する。この誤差のパワーの計算は、 $v(p)$ 以後の p 個のサンプルを予測値の演算に用いる状態になった後はこの予測誤差パワーは $x(n+1), \dots, x(n+p-1)$ をどの部分から選択したかに関係しないから、 α と β の決定には誤差パワーは予測誤差信号 $y(2p)$ までのものを用いればよい。またその決定方法は、図10を参照して説明した代用サンプル列ASの決定方法と同様に、この場合は α を変化させながらその都度誤差パワーを誤差パワー計算部250(図11)で計算し、それまでの誤差パワーの最小値 p_{EM} より小さい時は誤差パワーを最小値 p_{EM} としてメモリ265に保存更新し、かつその時の類似サンプル列をメモリ265に更新保存する。更に、 α +1と次の β に変えて誤差パワーを求め、誤差パワーが小さくなければその時の類似サンプル列をメモリ265に更新保存することを行い、 α を1から $L-1-p$ まで変化させることを終了した時に保存している類似サンプル列を採用する。次に、この類似サンプル列に対し β を変化させ、その都度、誤差パワーを計算し、誤差パワー最小の時の α を採用する。このような α と β の決定は選択決定制御部260(図11)による制御のもとに行う。

【0043】

このようにして決定された α と β を用いて生成したサンプル列 $v(-p), \dots, v(L-1)$ に対する予測誤差信号を生成し、またその時用いた α と β を表わす補助情報AIを補助情報生成部270で生成し(S6)、更に必要に応じて補助情報AIを補助情報符号化部280で符号 C_{AI} に符号化する。符号化器によるフレームFCの入力デジタル信号に対する符号化符号の一部に補助情報AI又は符号 C_{AI} を加える。

上述において α の値は、予測次数 p より大きい方がよく、類似サンプル列 $u(n)$ の長さ U と β の和 $U + \beta$ が $L-1$ 以下、つまり $x(n + U)$ が当該フレームFCから外れない範囲で α を決めればよい。類似サンプル列 $u(n)$ の長さ U は p 以下であればよく、予測次数 p に関係しない、 p 以下でも以上でもよいが $p/2$ 以上が好ましい。更に類似サンプル列 $u(n)$ の先頭位置をフレームFC内の先頭位置と必ずしも一致させなくてもよい、つまり $u(n)$ は例えば $n=3, \dots, 3+U$ としてもよい。類似サンプル列 $u(n)$ に掛ける利得 G はサンプルに依存した重みをつけてもよい、つまり $u(n)$ に予め決めた窓関数 $w(n)$ を掛けてもよく、この場合は補助情報は $w(n)$ を表すものだけでよい。

【0044】

参考例4と対応する予測合成処理方法の参考例を参考例5として説明する。この予測合成処理方法は、フレームごとのデジタル信号の符号化符号を、復号化する処理の一部、例えば図1中の復号化器30内の予測合成部63に用いられるものであり、特に途中のフレームから復号する場合でも連続性、品質がよい復号信号が得られる。この参考例5の機能構成例を図14に、処理経過中のサンプル列の例を図15に、処理手順の例を図16にそれぞれ示す。

自己回帰型予測により予測合成処理を行うべきデジタル信号(予測誤差信号)の現フレームFCのサンプル列 $y(0), \dots, y(L-1)$ が例えばバッファ100内に格納されており、読出書込部310によりサンプル列 $y(0), \dots, y(L-1)$ が読み出される。

【0045】

一方代用サンプル列生成部320より予測次数 p と同じ長さ p の代用サンプル列 $AS = \{v(-p), \dots, v(-1)\}$ を生成する(S1)。代用サンプル列としては0, ..., 0、固定値 d, \dots, d 、その他の予め決められたサンプル列などの決められたものが用いられる。この代用サンプル列 $v(-p), \dots, v(-1)$ をその先頭サンプル $v(-p)$ から順次予測合成部63に現フレームFCの直前のフレームの予測誤差信号の末尾 p 個のサンプルの代用として供給し(S2)、引き続き、予測合成処理されるべきサンプル列 $y(0), \dots, y(L-1)$ をその先頭より順次、予測合成部63へ供給して予測合成処理を行い、予測合成信号 $v(n)$ ($n=0, \dots, L-1$)を生成する(S3)。この予測合成信号 $v(n)$ 'をバッファ100に一時格納する。

【0046】

補助情報復号化部330により、現フレームFCの符号の一部としての補助符号 C_{AI} を復号し、補助情報を求めこれより α と β を得る(S4)。補助情報復号化部330には補

10

20

30

40

50

助情報自体が入力される場合もある。サンプル列取得部 340 により を用いて、合成信号（サンプル）列 $v(n)$ から予め決められた数、この例では p 個の連続するサンプルよりなるサンプル列 $v(0), \dots, v(p-1)$ を複製し、つまり予測合成信号列 $v(n)$ をそのままとして $v(0), \dots, v(p-1)$ を取得し（S5）、このサンプル列をその先頭がフレーム FC の先頭位置になるようにシフトしてサンプル列 $u(n)$ とし、かつこれに補助情報よりの利得 G を利得付与部 350 で掛け算して補正サンプル列 $u(n) = G \cdot v(n)$ を生成する（S6）。

【0047】

この補正サンプル列 $u(n)$ を予測合成サンプル（信号）列 $v(n)$ に加算して正規の予測合成信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, L-1$) として出力する（S7）。予測合成サンプル列 $x(n)$ は

$$n=0, \dots, p-1 \text{ で } x(n) = v(n) + u(n)$$

$$n=p, \dots, L-1 \text{ で } x(n) = v(n)$$

である。処理部 300 の制御部 370 は上述したように各部に対し処理を実行させる制御を行う。

このようにして、フレーム FC のみからでも連続性、品質の優れた予測合成信号を得ることができる。この参考例 5 は参考例 4 と対応するものであるから、補正サンプル列 $u(n)$

の長さ U は p に限らず、つまり予測次数とは無関係のもので、予め決められたものであり、また補正サンプル列 $u(n)$ の先頭サンプルの位置は合成信号 $v(n)$ の先頭サンプル $v(0)$ と必ずしも一致させるものでなく、これも予め決められたものである。更に利得 G は補助情報に含まれることなく、予め決められた窓関数 $w(n)$ によりサンプル $u(n)$ ごとに重み付けする場合もある。

第2参考形態

この発明の第2参考形態では当該フレームの先頭サンプル $x(0)$ より前（過去）のサンプル $x(1), x(2), \dots$ 、または当該フレームの末尾サンプル $x(L-1)$ より後（未来）のサンプル $x(L), x(L+1), \dots$ を使わず、使用可能なサンプル（当該フレーム内）のみに依存するフィルタタップ数や予測次数を用いて当該フレームのデジタル信号を処理する。

【0048】

第2参考形態を自己回帰予測を行う場合に適用した参考例 6 について説明する。まず図 3A に示した予測誤差を求める処理に対し、この参考例 6 を適用する場合を図 17 を参照して説明する。

予測係数推定部 53 はバッファ内の現フレームのサンプル $x(0), \dots, x(L-1)$ を使って予め 1 次の予測係数 $\{a_1^{(1)}\}$ 、2 次の予測係数 $\{a_1^{(2)}, a_2^{(2)}\}$ 、 \dots 、 p 次の予測係数 $\{a_1^{(p)}, \dots, a_p^{(p)}\}$ を計算しておく。

現フレーム FC の先頭サンプル $x(0)$ はそのまま予測誤差信号 $y(0)$ として出力される。

【0049】

次のサンプル $x(1)$ に対し、予測係数推定部 53 からの 1 次の予測係数 $a_1^{(1)}$ を使って、これと $x(0)$ との積を演算部 M_1 で求めて予測値とし、この予測値を $x(1)$ から減算して予測誤差信号 $y(1)$ を求める。

次のサンプル $x(2)$ が入力されると、予測係数推定部 53 からの 2 次の予測係数 $a_1^{(2)}, a_2^{(2)}$ を使って、これらと $x(0), x(1)$ との畳み込み演算 $a_1^{(2)}x(1) + a_2^{(2)}x(0)$ を演算部 M_2 で行って予測値を求め、この予測値を $x(2)$ から減算して予測誤差信号 $y(2)$ を求める。

以下、サンプルが入力されるごとに予測次数を 1 つずつ増加させた予測係数を使って、この予測係数と過去のサンプルとの畳み込み演算を行って予測値を求め、その予測値をその時の入力サンプルから差し引いて予測誤差信号を求める。

【0050】

つまり符号化側（送信側）においては、当該フレーム FC の前フレーム FB が存在するにもかかわらず、前フレームのサンプルは使用せず、現フレーム FC の最初 ($n=0$) のサンプル $x(0)$ に対しては線形予測を行わずそのまま $y(0)=x(0)$ として出力する。2 番目のサンプル $x(1)$ から p 番目のサンプル $x(p-1)$ まではサンプル $x(0), \dots, x(n)$ ($n=1, \dots, p-1$) に対し n 次の予測係数 $\{a_1^{(n)}, \dots, a_n^{(n)}\}$ を畳み込み演算して予測値 $x(n)$ を求める。現フレームの $p+1$ 番目のサンプル $x(p)$ 以後 p 個のサンプル $x(n-p), \dots, x(n-1)$ ($n=p+1, p+2,$

10

20

30

40

50

..., L-1) に対し p 次の予測係数 $^{(p)}_1, \dots, ^{(p)}_p$ を使って、畳み込み演算して予測値 $x(n)$ を求める。つまり従来と同様の手法により予測値を求める。なお、ステップ S 7 の p 次の予測係数 $^{(p)}_1, \dots, ^{(p)}_p$ の計算を破線ブロックで示すステップ S 0 で行っておき、ステップ S 4 ではこの p 次の予測係数から n 次の予測係数を計算してもよい。あるいはステップ S 0 で p 次の予測係数を計算する過程でそれぞれ n 次 ($n=1, \dots, p-1$) の予測係数を計算しておいてもよい。また、計算した p 次の予測係数は符号化して補助情報として受信側に送信される。

【 0 0 5 1 】

この処理手順の例を図 1 8 に示す。まず n を 0 に初期化し (S 1)、サンプル $x(0)$ を予測誤差信号 $y(0)$ とし (S 2)、n を + 1 し (S 3)、現フレームの全サンプル $x(0), \dots, x(L-1)$ より次数 n の予測係数 $^{(n)}_1, \dots, ^{(n)}_n$ を求め (S 4)、その予測係数をサンプル $x(0), \dots, x(n-1)$ に畳み込み演算を行い、その結果を取り込んだ現サンプル $x(n)$ から減算して予測誤差信号 $y(n)$ を求める (S 5)。つまり下記の演算を行う。

【 数 4 】

$$y(n) = x(n) - \sum_{i=1}^n \alpha_i^{(n)} x(n-i)$$

n が p になったかを調べ (S 6)、なっていないならばステップ S 3 に戻り p になっていれば、全サンプル $x(0), \dots, x(L-1)$ から次数 p の予測係数 $^{(p)}_1, \dots, ^{(p)}_p$ を求め (S 7)、この予測係数を直前の p 個の過去のサンプル $x(n-p), \dots, x(n-1)$ に畳み込み演算して予測値を求め、これを現サンプル $x(n)$ から減算して予測誤差信号 $y(n)$ を求める (S 8)。つまり式 (2) を演算する。処理すべきサンプルが終了したかを調べ (S 9)、終了していなければ n を + 1 してステップ S 8 に戻り (S 1 0)、終了していれば処理を終りにする。

【 0 0 5 2 】

図 1 9 は図 3 A において参考例 6 を適用する場合に、使用する現フレームの各サンプル番号 $n=0, \dots, L-1$ に対し生成する予測係数 $^{(n)}_1, \dots, ^{(n)}_n$ を表で示す。現フレームの先頭サンプル番号 $n=0$ のサンプル $x(0)$ に対して予測は行わない。次のサンプル番号 $n=1$ から $n=p-1$ までの各サンプル $x(n)$ に対し、n 次の予測係数 $^{(n)}_1, \dots, ^{(n)}_n$ を設定し、残り (p - n) 個の係数を $^{(n)}_{n+1} = ^{(n)}_{n+3} = \dots = ^{(n)}_p = 0$ に設定する。 $n=p, \dots, L-1$ の各サンプル $x(n)$ に対しては、p 次の予測係数 $^{(p)}_1, \dots, ^{(p)}_p$ を計算し、設定する。

p 次の線形予測を行うためには、過去 p 個のサンプルを必要とするため、フレームの先頭のサンプル $x(0), \dots, x(p-1)$ については、予測処理のために前フレームの後端サンプルを必要とするが、この参考例 6 のように、サンプル番号 $n=0$ から $n=p-1$ までは予測次数を 0 から p-1 に順次増加させ、サンプル番号 $n=p$ 以降は p 次の予測を行うことにより (従って、前フレームのサンプルを使用しないで予測処理を行っても)、前フレームと現フレームの予測信号の不連続性を低減することができる。

【 0 0 5 3 】

図 1 7 と対応する予測合成処理 (図 4 A に参考例 6 を適用) の参考例 7 を図 2 0 に示す。予測係数復号部 6 6 は受信した補助情報から p 次の予測係数を復号し、更に p 次の予測係数から n 次の予測係数 ($n=1, \dots, p-1$) を計算する。現フレーム F C の予測誤差信号 $y(0), \dots, y(L-1)$ より、まず先頭の予測誤差信号 $y(0)$ が入力されると、これをそのまま予測合成信号 $x(0)$ とし、次の予測誤差信号 $y(1)$ が入力されると、予測係数復号部 6 6 D から得た 1 次の予測係数 $^{(1)}_1$ と $x(0)$ から $^{(1)}_1 x(0)$ を演算部 M_1 で演算して予測値を求め、これと $y(1)$ を加算して合成信号 $x(1)$ とする。

【 0 0 5 4 】

次の予測誤差信号 $y(2)$ が入力されると、予測係数復号部 6 6 D からの 2 次の予測係数

$(2)_1, (2)_2$ を $x(0), x(1)$ に演算部 M_2 で畳み込み演算を行って予測値を求め、この予測値と $y(2)$ を加算して合成信号 $x(2)$ を求める。以下同様に $n=p$ になるまでは $y(n)$ が入力されると、 n 次の予測係数 $(n)_1, \dots, (n)_n$ を $x(0), \dots, x(n-1)$ に畳み込み演算

【数5】

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i^{(n)} x(n-i)$$

を行って予測値を求め、この予測値を $y(n)$ と加算して予測合成信号 $x(n)$ を生成する。 $n=p$ 以後は従来と同様に、つまり直前の p 個の予測合成信号 $x(n-p), \dots, x(n-1)$ に対し p 次の予測係数を式(3)により畳み込み演算し、 $y(n)$ と加算して予測合成信号 $x(n)$ を求める。この予測合成においても、予測係数は現フレームのサンプル $y(n), n=0, \dots, L-1$, の入力に対し図19の表で示した予測係数を設定することにより、前後フレームに跨らず、現フレーム内での予測合成を行うことができる。

10

【0055】

線形予測係数は次数 q の i 番目の係数 $(q)_i$ は次数 q の値に応じて異なる値となる。従って上述の参考例6においては、前述のように例えば図3Aにおいて、サンプル $x(1)$ が入力された時は、予測係数 $(1)_1$ として1次の予測係数 $(1)_1$ を使い、サンプル $x(2)$ が入力された時は、予測係数 $(2)_1, (2)_2$ として2次の予測係数 $(2)_1, (2)_2$ を用い(他のは0)、 $x(3)$ が入力された時は予測係数 $(3)_1, (3)_2, (3)_3$ として3次の予測係数 $(3)_1, (3)_2, (3)_3$ を用い(他のは0)というように、各乗算部 $24_1, \dots, 24_p$ における過去のサンプルに対し乗算する予測係数値を、サンプル $x(n)$ の入力ごとに変更する必要がある。

20

【0056】

一方パーコール(PARCOR)係数は次数 q の値が異なっても i 番目の係数は同一である。つまりパーコール係数 k_1, k_2, \dots, k_p は次数に依存しない係数である。パーコール係数と線形予測係数は相互に可逆変換可能なことはよく知られている。従って入力サンプルからパーコール係数 k_1, k_2, \dots, k_p を求め、その係数 k_1 から1次の予測係数 $(1)_1$ を求め、係数 k_1, k_2 から2次の予測係数 $(2)_1, (2)_2$ を求め、以下同様に係数 k_1, \dots, k_p から $(p-1)$ 次の予測係数 $(p-1)_1, \dots, (p-1)_{p-1}$ を求めることができる。この計算は、以下のように表すことができる。

30

$$i=1 \text{ に対し、 } (1)_1 = k_1 \quad i=2, \dots, p \text{ に対し、 } (i)_i = -k_i$$

$$(i)_j = (i-1)_j - k_i (i-1)_{i-j}, \quad j=1, \dots, i-1$$

この計算は上述の参考例6と7で説明したサンプル番号 $n=1, \dots, p-1$ に対し順次 $\{(1)_1\}, \{(2)_1, (2)_2\}, \{(3)_1, (3)_2, (3)_3\}, \dots, \{(p-1)_1, (p-1)_2, \dots, (p-1)_{p-1}\}$ を線形予測により求めるより短時間で効率的に行うことができる。

そこで、参考例8では、図3Aにおいて線形予測係数 $(1)_1, \dots, (p)_p$ をパーコール係数から予測係数決定部53により計算して用いる。

【0057】

予測係数決定部53は現フレームの全サンプル $S_{FC} = \{x(0), \dots, x(L-1)\}$ から線形予測分析により p 次のパーコール係数 k_1, k_2, \dots, k_p を計算し、これは別途符号化して補助情報 C_A として送信される。

40

入力サンプル $x(0)$ に対し予測係数決定部53はそのまま $y(0)$ として出力させる。

$x(1)$ が入力されると予測係数決定部53は k_1 から $(1)_1$ を計算して乗算器に設定する。それにより1次の予測誤差 $y(1)=x(1)-[(1)_1 x(0)]$ が出力される。

$x(2)$ が入力されると予測係数決定部53は k_1 と k_2 とから2次の予測係数 $(2)_1, (2)_2$ を計算して乗算器に設定する。これにより2次の予測誤差 $y(2)=x(2)-[(2)_2 x(0) + (2)_1 x(1)]$ が出力される。

【0058】

$x(3)$ が入力されると予測係数決定部53は k_1, k_2 と k_3 とから3次の予測係数 $(3)_1, (3)_2, (3)_3$ を計算して乗算器に設定する。これにより3次の予測誤差 $y(3)=x(3)-[(3)_3$

50

${}_3x(0) + {}^{(3)}_2x(1) + {}^{(3)}_1x(2)]$ が出力される。

同様にしてサンプル $x(p)$ までは順次予測次数を増加させ、それ以降は p 次の予測係数 ${}^{(p)}_1, \dots, {}^{(p)}_p$ を用いる。

【0059】

上述の参考例8では図1の予測誤差生成部51として図3Aに示した自己回帰型線形予測器を使用し、パーコール係数から線形予測係数を求めて設定する場合にこの発明を適用したが、図21Aは例えば図1の予測誤差生成部51としてパーコールフィルタを用いた構成を示す。図21Aに示すように、この発明を適用する p 次のパーコールフィルタは、周知のように基本ラティス構造が p 段カスケード接続された構成となっている。 j 段目の基本ラティス構造は、遅延部Dと、その遅延出力にパーコール係数 k_j を乗算して前向き予測信号を生成する乗算器24Bjと、その前向き予測信号を前段からの入力信号から減算して前向き予測誤差信号を出力する減算器25Ajと、入力信号とパーコール係数 k_j を乗算して後ろ向き予測信号を生成する乗算器24Ajと、その後ろ向き予測信号を遅延出力から減算して後ろ向き予測誤差信号を出力する減算器25Bjとから構成される。前向き及び後ろ向き予測誤差信号はそれぞれ次段に与えられる。最終段(第 p 段)の減算器25Apから p 次のパーコールフィルタによる予測誤差信号 $y(n)$ が出力される。係数決定部201は入力サンプル列 $x(n)$ からパーコール係数 k_1, \dots, k_p を計算し、乗算器24A1, \dots , 24Ap及び24B1, \dots , 24Bpに設定する。これらパーコール係数は補助情報符号化部202で符号化され、補助符号 C_A として出力される。

【0060】

図22は現フレームのサンプルのみに基づいて予測処理を実現するように図21Aの p 次のパーコールフィルタに設定する係数 k を表で示す。この表から明らかなように、サンプル番号 $n=0$ から $n=p$ までの各入力サンプル番号 n に対し、図19で示したと同様に、 n 個の係数 k_1, \dots, k_n を設定するとともに、残りの係数は $k_{n+1}=k_{n+2}=\dots=k_p=0$ に設定する。注目すべき点は、この範囲の各サンプル $x(n)$ に対し新たに計算しなければならない係数は k_n だけであり、係数 k_0, k_1, \dots, k_{n-1} はすでに計算された係数をそのまま使用できることである。

【0061】

このようにパーコール係数 k を使う p 次のパーコールフィルタ処理の場合も、サンプル番号 $n=0$ から $n=p-1$ までは予測次数を0から $p-1$ に順次増加させ、サンプル番号 $n=p$ 以降は p 次の予測を行うことによって前フレームと現フレームの予測誤差信号の不連続性を低減することができる。

図21Bは図21Aの予測誤差生成処理に対応する予測合成処理をパーコールフィルタで実現する構成を示す。図21Aのフィルタと同様に、基本ラティス構造が p 段カスケード接続された構成となっている。 j 段目の基本ラティスは遅延部Dと、遅延部Dからの出力に係数 k_j を乗算して予測信号を生成する乗算器26Bjと、その予測信号に前段($j+1$)からの予測合成信号を加算して更新された予測合成信号を出力する加算器27Ajと、その更新された予測合成信号に係数 k_j を乗算して予測値を得る乗算器26Ajと、その予測値を遅延部Dの出力から減算して予測誤差を前段($j+1$)の遅延部Dに与える減算器27Bjとから構成されている。補助情報復号化部203は入力された補助符号 C_A を復号してパーコール係数 k_1, \dots, k_p を得て、対応する乗算器26A1, \dots , 26Ap及び26B1, \dots , 26Bpに与える。

【0062】

初段($j=p$)の加算器27Apに予測誤差信号サンプル $y(n)$ を順次入力し、設定されたパーコール係数 k_1, \dots, k_p を使って処理を行うことにより、最終段($j=1$)の加算器27A1の出力に予測合成信号サンプル $x(n)$ が得られる。パーコールフィルタを使った予測合成を行うこの参考例においても、パーコール係数 k_1, \dots, k_p として図22に示した係数を設定すればよい。

【0063】

以下に図21Aによるフィルタ処理を演算により実行する手順を説明する。

最初のサンプル $x(0)$ はそのまま予測誤差信号サンプル $y(0)$ として使う。

$$y(0) \quad x(0)$$

2 番目のサンプル $x(1)$ が入力されると、1 次の予測のみで誤差信号 $y(1)$ を求める。

$$y(1) \quad x(1) - k_1 x(0)$$

$$x(0) \quad x(0) - k_1 x(1)$$

3 番目のサンプル $x(2)$ が入力されると、次の演算により予測誤差信号 $y(2)$ を求める。ただし、 $x(1)$ は次のステップで $y(3)$ を求めるのに用いる。

$$t_1 \quad x(2) - k_1 x(1)$$

$$y(2) \quad t_1 - k_2 x(0)$$

$$x(0) \quad x(0) - k_2 t_1$$

$$x(1) \quad x(1) - k_1 x(2)$$

10

4 番目のサンプル $x(3)$ が入力されると以下の演算により $y(3)$ を求める。ただし、 $x(1)$ 、 $x(2)$ は次のステップで $y(4)$ を求めるのに用いる。

【 0 0 6 4 】

$$t_1 \quad x(3) - k_1 x(2)$$

$$t_2 \quad t_1 - k_2 x(1)$$

$$y(3) \quad t_2 - k_3 x(0)$$

$$x(0) \quad x(0) - k_3 t_2$$

$$x(1) \quad x(1) - k_2 t_1$$

$$x(2) \quad x(2) - k_1 x(3)$$

以下同様に続ける。このように現在のフレームのサンプルだけから、予測の処理が可能となる。また k パラメータはサンプル $x(n)$ が $p+1$ 個入力されるまでは、既に用いているものをそのまま使い、かつパラメータを新たに1つ求めて次数を1つ増加させればよく、 p 個の係数が決ると、次からはサンプルが入力されるごとに係数を1個ずつ更新すればよい。

20

【 0 0 6 5 】

同様に、図 2 1 B に示したパーコールフィルタによる予測合成処理を以下に示すように演算により実行することができる。この処理は、上述の符号化側における予測誤差生成処理と逆の処理である。

最初の合成サンプル $x(0)$ は入力予測誤差サンプル $y(0)$ をそのまま使う。

$$x(0) \quad y(0)$$

2 番目の予測合成サンプル $x(1)$ は1 次の予測のみで合成する。

30

$$x(1) \quad y(1) + k_1 x(0)$$

$$x(0) \quad x(0) - k_1 x(1)$$

3 番目の予測合成サンプル $x(2)$ は以下の演算で求める。ただし、 $x(0)$ 、 $x(1)$ は次のステップで $x(3)$ を求めるために使い、出力しない。

【 0 0 6 6 】

$$t_1 \quad y(2) + k_2 x(0)$$

$$x(2) \quad t_1 + k_1 x(1)$$

$$x(0) \quad x(0) - k_2 t_1$$

$$x(1) \quad x(1) - k_1 x(2)$$

$x(3)$ は以下の演算で求める。ただし、 $x(0)$ 、 $x(1)$ 、 $x(2)$ は次のステップで $x(4)$ を求めるために使い、出力しない。

40

$$t_2 \quad x(3) + k_3 x(0)$$

$$t_1 \quad t_2 + k_2 x(1)$$

$$x(3) \quad t_1 - k_1 x(2)$$

$$x(0) \quad x(0) - k_3 t_2$$

$$x(1) \quad x(1) - k_2 t_1$$

$$x(2) \quad x(2) - k_1 x(3)$$

以下同様に続ける。

【 0 0 6 7 】

図 2 1 A , 2 1 B では符号化側の線形予測処理を行うパーコールフィルタ及びそれと逆

50

処理である復号側の予測合成処理を行うパーコールフィルタの構成例を示したが、これらと等価な処理を行う異なる構成のパーコールフィルタは多数考えられ、以下にそれらの例を示す。ただし、前述のように線形予測処理と予測合成処理は互いに逆処理であり、パーコールフィルタの構成も互いに対称な関係があるので、以下では復号側のパーコールフィルタについて例を示す。

図 2 3 のパーコールフィルタでは、信号の前向き経路と後ろ向き経路間での係数乗算器は設けず、前向き経路に係数乗算器が挿入されている。

【 0 0 6 8 】

図 2 4 のパーコールフィルタでは各段の前向き経路と後ろ向き経路に係数乗算器がそれぞれ挿入されており、前向き経路と後ろ向き経路間にも係数乗算器が挿入されている。

10

図 2 5 のパーコールフィルタでは図 2 4 と構造は同じであるが係数の設定が異なっている。

図 2 6 は遅延 D を使用しないで構成したパーコールフィルタの例を示し、平行な前向き経路にそれぞれ挿入された減算器により経路間の信号の誤差を求めている。

図 2 7 は図 2 6 に対応する逆処理を行うパーコールフィルタの構成を示している。

【 0 0 6 9 】

上述の参考例 9 では、自己回帰型線形予測フィルタ処理において、過去のフレームのサンプルを使用せず、フレームの開始サンプルから所定数のサンプルまで順次線形予測の次数を増加させる場合を示したが、この参考例 10 では、FIR フィルタ処理において、過去のフレームのサンプルを使用せず、順次タップ数を増加させる。

20

図 2 8 A に例えば図 1 におけるサンプリング部で FIR フィルタ処理にこの発明を適用した場合の参考例を示す。バッファ 1 0 0 には現フレーム FC のサンプル $x(0), \dots, x(L-1)$ が格納されている。図 2 A, 2 B, 2 C を参照して説明したように、本来 FIR フィルタ処理を行う場合、各時点 n のサンプル $x(n)$ に対しそのサンプルと、その前後 T 個ずつの計 $2T+1$ 個のサンプルと、係数 h_1, \dots, h_{2T+1} の畳み込み演算を行うが、この発明を適用した場合、前フレームのサンプルは使用せず、図 2 8 B の表に示すように現フレームの先頭 $x(0)$ からサンプル $x(T)$ まではサンプルごとに FIR フィルタのタップ数を増加させ、サンプル $x(T)$ 以降は所定のタップ数のフィルタ処理を行う。

【 0 0 7 0 】

図 2 8 A, 2 8 B は簡単のため $T=2$ とした場合のフィルタ処理の例を示している。予測係数決定部 1 0 1 はサンプル $x(0), x(1), \dots$ が与えられ、それに基づいてサンプル番号 n 毎に、図 2 8 B の表に示すように予測係数 h_0, h_1, \dots を算出する。バッファ 1 0 0 から読み出した現フレームのサンプル $x(0)$ に対し係数 h_0 が乗算器 2 2₀ により乗算され、出力サンプル $y(0)$ が得られる。次に乗算器 2 2₀, 2 2₁, 2 2₂ と加算器 2 3₁ によりサンプル $x(0), x(1), x(2)$ と係数 h_0, h_1, h_2 の畳み込み演算を行い、出力 $y(1)$ が得られる。次に乗算器 2 2₀, \dots , 2 2₄ と加算器 2 3₂ によりサンプル $x(0), \dots, x(4)$ と係数 h_0, \dots, h_4 の畳み込み演算を行い、出力 $y(2)$ が得られる。以降は $n=L-3$ までサンプル $x(n)$ とその前後 4 個の合計 5 つのサンプルが係数 h_0, \dots, h_4 と畳み込み演算され、出力 $y(n)$ を得る。更にこれ以降の現フレームの残りのサンプル数は T より少なくなるため、フィルタ処理のタップ数を順次減らす。

30

40

【 0 0 7 1 】

この様に図 2 8 B の例ではフレームの開始側と対称にフレームの終了側でサンプル番号 $L-2$ では係数 h_0, h_1, h_2 を使用し、サンプル番号 $L-1$ では係数 h_0 のみを使用する。即ち、フレームの先端及び後端に向かってタップ数が対称的に減少するように処理を行っている。しかし、必ずしも対称である必要はない。また、この例ではフィルタ処理の対象となるサンプルとしては、各サンプル $x(n)$ と、その前後対称に同数のサンプルを使用するので、サンプル $x(0)$ から $x(T)$ までは、フィルタ処理のタップ数を 1, 3, 5, \dots , $2T+1$ と増加させている。しかしながら、フィルタ処理の対象サンプルは、必ずしもサンプル $x(n)$ に対し前後対称に選択する必要はない。

【 0 0 7 2 】

50

図 29 は上述の参考例 10 の F I R フィルタ処理手順を示す。

ステップ S 1 : サンプル番号 n と変数 t を 0 に初期設定する。

ステップ S 2 : 入力サンプルに対する畳み込み演算を次式

【数 6】

$$y(n) = \sum_{i=-t}^t h_{n+i} x(n+i)$$

で実行し、 $y(n)$ を出力する。

10

ステップ S 3 : t と n をそれぞれ 1 歩進する。

ステップ S 4 : $n=T$ となったか判定し、なっていないならばステップ S 2 に戻り、再びステップ S 2 , S 3 , S 4 を実行する。これにより n の増加とともに増加されたタップ数で畳み込み処理が行われる。

ステップ S 5 : $n=T$ となっていれば次式

【数 7】

$$y(n) = \sum_{i=-T}^T h_{n+i} x(n+i)$$

20

により畳み込み演算を行い、 $y(n)$ を出力する。

ステップ S 6 : n を 1 歩進する。

ステップ S 7 : $n=L-T$ となったか判定し、なっていないならばステップ S 5 に戻って再びステップ S 5 , S 6 , S 7 を実行する。これにより $n=L-T$ までタップ数 $2T+1$ のフィルタ処理が繰り返し実行される。

ステップ S 8 : $n=L-T$ となっていれば次式

【数 8】

$$y(n) = \sum_{i=-T}^T h_{n+i} x(n+i)$$

30

により畳み込み演算を行い、 $y(n)$ を出力する。

ステップ S 9 : $n=L-1$ となったか判定し、なっていれば処理を終了する。

ステップ S 10 : $n=L-1$ となっていないならば n を 1 歩進し T を 1 減少させ、ステップ S 8 に戻り、再びステップ S 8 , S 9 を実行する。これによりフレームの後端に向かって n の増加とともにタップ数が漸次減少したフィルタ処理が行われる。

【0073】

参考例 11 は、参考例 4 において代用サンプル列を使用せずに、参考例 10 による予測次数を順次増加させる手法を適用したものであり、以下に図 30、31、32 を参照して説明する。

40

図 30 に示すように、処理部 200 は図 11 で示した構成から代用サンプル列付加部 240 を除去した構成となっている。また、予測誤差生成部 51 は、図 17、18 あるいは図 21A で説明した予測誤差信号生成処理を実行する。

図 11、12、13 で説明したと同様に、処理対象の 1 フレーム FC のデジタル信号 (サンプル列) $S_{FC} = [x(0), \dots, x(L-1)]$ は例えばバッファ 100 に格納されており、類似サンプル列選択部 210 により、フレーム FC 内の先頭サンプル列 $x(0), \dots, x(p-1)$ と類似するサンプル列 $x(n), \dots, x(n+p-1)$ を、バッファ 100 内のそのフレーム FC のサンプル列 S_{FC} から読み出す (S1)。この類似サンプル列 $x(n), \dots, x(n+p-1)$ を図 31 に示すように類似サンプル列 $u(0), \dots, u(p-1)$ となるようにフレーム FC 内の

50

先頭位置にずらし、この類似サンプル列 $u(n)$ に利得付与部220で利得 $(0 < \dots < 1)$ を掛け算して、サンプル列 $u(n) = u(n)$ とし(S2)、このサンプル列 $u(n)$ 'を当該フレームFCのサンプル列 $x(0), \dots, x(L-1)$ より減算部230で減算し、その結果を図12に示すようにサンプル列 $v(0), \dots, v(L-1)$ とする(S3)。つまり

$$n=0, \dots, p-1 \text{ で } v(n) = x(n) - u(n)$$

$$n=p, \dots, L-1 \text{ で } v(n) = x(n)$$

とする。 $x(n+ \dots), \dots, x(n+ \dots + p-1)$ に利得 \dots を掛け算した後、このサンプル列をフレーム内の先頭位置にずらしてサンプル列 $u(n)$ としてもよい。

【0074】

サンプル列 $v(0), \dots, v(L-1)$ を予測誤差生成部51へ入力して、図17、18または図21Aで説明した自己回帰型予測により予測誤差信号 $y(0), \dots, y(L-1)$ を生成する(S5)。

10

類似サンプル列 $x(n+ \dots), \dots, x(n+ \dots + p-1)$ の位置 \dots 及び利得 \dots の決定は参考例4において説明したと同様に選択決定制御部260による制御のもとに行う。

このようにして決定された \dots を用いて生成したサンプル列 $v(p), \dots, v(L-1)$ に対する予測誤差信号を生成し(S4)、またその時用いた \dots を表わす補助情報AIを補助情報生成部270で生成し(S5)、更に必要に応じて補助情報AIを補助情報符号化部280で符号 C_{AI} に符号化する。符号化器によるフレームFCの入力デジタル信号に対する符号化符号の一部に補助情報AI又は符号 C_{AI} を加える。

【0075】

20

上述において \dots の値は、予測次数 p より大きい方がよく、類似サンプル列 $u(n)$ の長さ U と \dots との和 $U + \dots$ が $L-1$ 以下、つまり $x(\dots + U)$ が当該フレームFCから外れない範囲で \dots を決めればよい。類似サンプル列 $u(n)$ の長さ U は \dots 以下であればよく、予測次数 p に関係しない、 p 以下でも以上でもよいが $p/2$ 以上が好ましい。更に類似サンプル列 $u(n)$ の先頭位置をフレームFC内の先頭位置と必ずしも一致させなくてもよい、つまり $u(n)$ は例えば $n=3, \dots, 3+ \dots$ としてもよい。類似サンプル列 $u(n)$ に掛ける利得 \dots はサンプルに依存した重みをつけてもよい、つまり $u(n)$ に予め決められた窓関数 $\dots(n)$ を掛けてもよく、この場合は補助情報は \dots を表すものだけでよい。

【0076】

参考例11と対応する予測合成処理方法の参考例を図33、34、35を参照して説明する。この予測合成処理方法は、図14、15、16で説明した参考例4の場合と同様に、例えば図1中の復号化器30内の予測合成部63に用いられるものであり、特に途中のフレームから復号する場合でも連続性、品質がよい復号信号が得られる。

30

図33に示す機能構成例は図14の構成において処理部300中の代用サンプル列生成部320を除去した構成と同様である。ただし予測合成部63は参考例4の図20又は21Bで説明したと同様の予測合成処理を行う。

【0077】

自己回帰型予測により予測合成処理を行うべきデジタル信号(予測誤差信号)の現フレームFCのサンプル列 $y(0), \dots, y(L-1)$ が例えばバッファ100内に格納されており、読出書込部310によりサンプル列 $y(0), \dots, y(L-1)$ が読み出される。

40

サンプル列 $y(0), \dots, y(L-1)$ をその先頭より順次、予測合成部63へ供給し(S1)、予測合成処理を行って予測合成信号 $v(n)$ '($n=0, \dots, L-1$)を生成する(S2)。この予測合成信号 $v(n)$ 'をバッファ100に一時格納する。この予測合成には図20又は21Bで説明した手法を用いる。

【0078】

補助情報復号化部330により、現フレームFCの符号の一部としての補助符号 C_{AI} を復号し、補助情報を求めこれより \dots を得る(S3)。補助情報復号化部330には補助情報自体が入力される場合もある。サンプル列取得部340により \dots を用いて、合成信号(サンプル)列 $v(n)$ から予め決められた数、この例では p 個の連続するサンプルよりなるサンプル列 $v(\dots), \dots, v(\dots + p)$ を複製し、つまり予測合成信号列 $v(n)$ をそのままとして

50

$v(0), \dots, v(p)$ を取得し (S4)、このサンプル列をその先頭がフレームFCの先頭位置になるようにシフトしてサンプル列 $u(n)$ とし、かつこれに補助情報よりの利得を利得付与部350で掛け算して補正サンプル列 $u(n) = u(n)$ を生成する (S5)。

【0079】

この補正サンプル列 $u(n)$ を予測合成サンプル(信号)列 $v(n)$ に加算して正規の予測合成信号 $x(n)$ ($n=0, \dots, L-1$)として出力する (S6)。予測合成サンプル列 $x(n)$ は

$$n=0, \dots, p-1 \text{ で } x(n) = v(n) + u(n)$$

$$n=p, \dots, L-1 \text{ で } x(n) = v(n)$$

である。

この参考例12は参考例11と対応するものであるから、補正サンプル列 $u(n)$ の長さUはpに限らず、つまり予測次数とは無関係のもので、予め決められたものであり、また補正サンプル列 $u(n)$ の先頭サンプルの位置は合成信号 $v(n)$ の先頭サンプル $v(0)$ と必ずしも一致させるものでなく、これも予め決められたものである。更に利得は補助情報に含まれることなく、予め決められた窓関数 $w(n)$ によりサンプル $u(n)$ ごとに重み付けする場合もある。

第1実施形態

以下、本発明によるデジタル信号処理方法を説明する。

この発明の第1実施形態は例えば原デジタル信号をフレーム単位で符号化する場合に、その一部の処理として自己回帰型予測誤差信号を生成する処理をする際に、あるいは補間フィルタ処理などを行う際に、現フレームの直前(過去)のフレームの末尾のサンプル系列または現フレームの先頭のサンプル系列を別に符号化し、その符号(補助符号)を、原デジタル信号の現フレームの符号化符号の一部に加える。復号側で前記予測誤差信号を予測合成する際に、あるいは補間フィルタ処理などを行う際に、当該フレームの前(過去)のフレームの符号が存在しない場合に、補助符号を復号し、その復号サンプル列を、当該フレームの予測合成に、前フレームの末尾合成信号として用いる。

【実施例1】

【0080】

第1実施形態の実施例1を図36及び図37を参照して説明する。この実施例1は符号化器、例えば図1中の符号化器10中の予測誤差生成部51に第1実施形態を適用した場合である。原デジタル信号 S_M は符号化器10でフレームごとに符号化され、フレームごとに符号を出力する。その符号化処理の一部における予測誤差生成部51では例えば図3A、図3Bを参照して説明したようにして、その入力サンプル列 $x(n)$ を自己回帰型で予測してその予測誤差信号 $y(n)$ を生成し、1フレームごとに出力する。

この入力サンプル列 $x(n)$ を分岐して補助サンプル列取得部410により現フレームFCの直前(過去)のフレームの末尾サンプル $x(-p), \dots, x(-1)$ を、予測誤差生成部51における予測次数p個分取得し、補助サンプル列とする。この補助サンプル列 $x(-p), \dots, x(-1)$ を補助情報符号化部420で符号化し、補助符号 C_A を生成し、この補助符号 C_A をその現フレームFCの原デジタル信号の符号化符号の一部とする。この例では主符号Im、誤差符号Peと補助符号 C_A を合成部19で合成して現フレームFCの符号の組として出力し、伝送又は記録する。

【0081】

補助情報符号化部420では必ずしも符号化することなく $x(-p), \dots, x(-1)$ (一般にはPCM符号)を、補助サンプル列であることを表わすコードを付加して出力してもよい。好ましくは例えば差分PCM符号、予測符号(予測誤差+予測係数)、ベクトル量子化符号などで圧縮符号化する。

前フレームの末尾サンプルを用いず、図37中に破線で示すように現フレームFC中の先頭サンプルの予測次数分、 $x(0), \dots, x(p-1)$ を補助サンプル列として補助サンプル列取得部410で取得してもよい。この場合の補助符号を図37では C_A として示してある。

【実施例2】

10

20

30

40

50

【 0 0 8 2 】

実施例 1 の予測誤差生成と対応する予測合成処理の実施例 2 を図 3 8、図 3 9 を参照して説明する。原デジタル信号 S_M をフレームごとに符号化した符号の組が、各フレームを区別できるように例えば図 1 中に示す復号化器 3 0 などの復号化器 3 0 に入力される。復号化器 3 0 内にフレームごとの符号の組が各符号に分離され、これらを用いて復号化処理がなされる。その復号化処理の一部に予測誤差信号 $y(n)$ を予測合成部 6 3 において自己回帰型で予測合成するデジタル処理を行う。この予測合成処理は例えば図 4 A、図 4 B を参照して説明したようにして行われる。つまり現フレーム FC の予測誤差信号 $y(n)$ の先頭部 $y(0), \dots, y(p-1)$ の予測合成には前(過去)のフレームの予測合成信号の中の末尾サンプル $x(-p), \dots, x(-1)$ を必要とする。

10

【 0 0 8 3 】

しかし、伝送途中であるパケットが欠落して、前フレームの符号組 (Im, Pe, C_A) が得られない場合やランダムアクセスによる、連続する複数のフレームの符号組の途中のフレームの符号組から復号化処理を行う場合など、前(過去)フレームの符号組が存在しない場合は、これを欠落検出部 4 5 0 で検出し、分離部 3 2 で分離された補助符号 C_A (又は C_A) (実施例 1 で説明した補助符号 C_A 又は C_A) を補助情報復号化部 4 6 0 で復号化して補助サンプル列 $x(-p), \dots, x(-1)$ (又は $x(0), \dots, x(p-1)$) を生成し、この補助サンプル列を前フレームの予測合成末尾サンプル列 $x(-p), \dots, x(-1)$ として予測合成部 6 3 に入力し、その後、現フレームの予測誤差信号 $y(0), \dots, y(L-1)$ を順次予測合成部 6 3 に入力して、予測合成処理を行い、合成信号 $x(0), \dots, x(L-1)$ を生成する。補助符号 C_A (C_A) は 2 重になり冗長であるが前フレーム依存することなく、連続性、品質の良い予測合成信号が得られる。補助情報復号化部 4 6 0 での復号化処理方法は、図 3 6 中の補助情報符号化部 4 2 0 の符号化処理方法と対応したものをを用いる。

20

【 0 0 8 4 】

上述図 3 6 ~ 3 9 では例えば図 1 における符号化器 1 0 内の予測誤差生成部 5 1 と復号化器 3 0 内の予測合成器 6 3 とに関連したデジタル信号処理について説明したが、同様の手法を図 1 のアップサンプリング部 1 6 及び 3 4 内で使用される図 2 A に示した FIR フィルタに関連したデジタル信号処理にも適用することができる。その場合は図 3 6 の予測誤差生成部 5 1 及び図 3 8 の予測合成部 6 3 の代わりに括弧内に示すようにそれぞれ図 2 A の FIR フィルタを使用する。信号処理手順は図 3 6 ~ 3 9 で説明した処理とまったく同様である。

30

【 0 0 8 5 】

図 3 6 ~ 3 9 の実施例の最大の特徴は、図 1 における符号化、復号化システムにおいて、符号化処理の中間段階の信号である例えば予測誤差生成部 5 1 の入力信号、即ち誤差信号の前フレームの末尾サンプル列(または現フレームの先頭サンプル列)を現フレームの補助符号 C_A として他の符号 Im, Pe とともに送出するので、受信側ではフレームの欠落が検出された場合、次のフレームにおいて予測合成部 6 3 においては現フレームで入手した補助符号から得たサンプル列を現フレームの誤差信号の先頭に付加して直ちに予測合成処理を開始することができる利点がある。

【 0 0 8 6 】

補助符号としては前述のように各種の符号を使用できるが、補助サンプル列は例えば予測次数程度のわずかな数のサンプルなので、補助符号 C_A として、例えばサンプル列の PCM 符号を用いた場合には、復号側においてフレーム欠落検出後、現フレームの補助符号 C_A をそのまま生の補助サンプル列データとして使用可能であり復号を直ちに開始できる。この手法をアップコンバート部の FIR フィルタに適用した場合も同様の効果がある。

40

応用参考例 1

例えばインターネット上で映像、音声等が配信される場合、利用者はどのフレームからでもランダムアクセスできるのではなく、一般に図 4 0 に示すスーパーフレーム SF を構成するフレーム列の開始フレーム FH の先頭 P_H でのみランダムアクセスが可能である。各フレームには前述のデジタル信号処理を受けた予測誤差信号の予測誤差符号 Pe の他、主符

50

号 l_m 、補助符号 C_A が挿入され、これらフレームからなるスーパーフレームFSは、例えばパケットに格納されて伝送される。

【0087】

受信側が開始フレームをランダムアクセスした時点では、それより過去のフレームの情報を持っていないので、その開始フレーム内のサンプルのみで処理を完結する。その場合にも前述の各参考例で説明したこの発明によるデジタル信号処理をそのフレームに施しておくことにより、ランダムアクセス時点から急速に線形予測の精度を高めることができ、短時間に高品質の受信を開始できる。

ランダムアクセスの開始フレームに限り、過去のフレームのサンプルを使用せずに開始フレーム内のサンプルだけでデジタル処理を完結する。このため、時間的に前から線形予測する処理と、時間的に後から予測する処理のいずれも可能である。一方、各フレーム境界 P_F では、直前のフレームのサンプルを利用した線形予測処理を開始することができる。

【0088】

図41Aは図17、21A、30で説明した参考例に適用可能な応用参考例を示す。この参考例では、符号化器10の処理部500は予測誤差生成部51と、後ろ向き予測部511と、判定部512と、選択部513と、補助情報符号化部514とを有している。また、図示していないが、符号化器10は主符号を生成する符号化器、予測誤差信号 $y(n)$ を符号化して予測誤差符号 P_e を出力する符号化器などを有している。符号 l_m 、 P_e 、 C_A は合成部19でパケットに格納され、出力される。

この応用参考例では、後ろ向き予測部511で開始フレームの先頭シンボルから過去の方向に線形予測処理を行う。予測誤差生成部51は全てのフレームのサンプルに対し前向き線形予測処理を行う。判定部512は予測誤差生成部51により開始フレームのサンプルに対し前向き線形予測処理して得た予測誤差を符号化し、また後ろ向き予測部511により開始フレームのサンプルを後ろ向き線形予測処理されて得られた予測誤差と符号化し、これらの符号量を比較し、小さいほうを選択する選択情報SLを選択部513に与える。選択部513は開始フレームについて符号量の小さいほうの予測誤差信号 $y(n)$ を選択出力し、以降のフレームについては予測誤差生成部51の出力を選択出力する。選択情報SLは補助情報符号化部514で符号化され補助符号 C_A として出力される。

【0089】

図41Bは図41Aの符号化器10に対応する復号化器30を示し、図20、21B、33の参考例に適用可能である。分離部32でパケットから分離された主符号 l_m 及び予測誤差符号 P_e は図示していない復号器で復号される。処理部600は、予測合成部63と、後ろ向き予測合成部631と、補助情報復号部632と、選択部633とを有している。予測誤差符号 P_e から復号された予測誤差信号 $y(n)$ は全てのフレームのサンプルについて予測合成部63で予測合成処理される。一方、後ろ向き予測合成部631は開始フレームについてのみ後ろ向き予測合成を行う。補助情報復号部632により補助情報 C_A が復号されて選択情報SLが得られ、これにより選択部633を制御して開始フレームについて予測合成部63の出力か、または後ろ向き予測合成部631の出力かを選択する。以降のフレームについては全て予測合成部63の出力を選択する。

応用参考例2

前述したように、図17及び21Aの参考例により符号化側においてサンプル列に予測誤差生成処理を行うと、フレームの先頭サンプル $x(0)$ はそのまま予測誤差サンプル $y(0)$ として出力され、以降サンプル $x(1)$ 、 $x(2)$ 、 \dots 、 $x(p-1)$ に対し、1次の予測処理、2次の予測処理、 \dots 、 p 次の予測処理が行われる。即ち、図40で示したランダムアクセス開始フレームの先頭サンプルは元のサンプル $x(0)$ と同じ振幅を有し、2番目の予測値、3番目の予測値と予測次数が増加するにつれ予測精度が高まり、その予測誤差の振幅は小さくなる。このことを利用して、エントロピー符号化のパラメータを調整することにより符号量を減らすことが可能である。図42Aはそのようなエントロピー符号化のパラメータを調整可能な符号化器10とその処理部500の構成を示し、図42Bは図42Aに対応す

る復号化器 30 とその処理部 600 の構成を示す。

【0090】

図 4 2 A に示すように、処理部 500 は予測誤差生成部 51 と、符号化部 520 と、符号化テーブル 530 と、補助情報符号化部 540 とを含んでいる。予測誤差生成部 51 はサンプル $x(n)$ に対し前述の図 1 7 又は 2 1 A の予測誤差生成処理を行い、予測誤差信号サンプル $y(n)$ を出力する。符号化部 520 は例えば符号化テーブル 530 を参照してハフマン符号化を行う。この例ではフレームの振幅が大きい先頭サンプル $x(0)$ と、2 番目のサンプル $x(1)$ に対しては専用のテーブル T 1 を使用して符号化を行い、3 番目以降のサンプル $x(2)$, $x(3)$, ... 予め決めた複数のサンプル毎に最大振幅値を求め、その値により複数テーブル、ここでは 2 つのテーブル T 2, T 3 の 1 つを選択し、その複数のサンプルをそれぞれ符号化して誤差符号 Pe を出力する。また、その複数のサンプル毎にどの符号化テーブルを選択したかを表す選択情報 ST を出力する。選択情報 ST は補助情報符号化部 54 により符号化され補助情報 C_A として出力される。複数フレーム分の符号 Pe , C_A は主符号 Im と共に合成部 19 でパケットに格納され、送出される。

10

【0091】

図 4 2 B に示すように復号化器 30 の処理部 600 は、補助符号復号化部 632 と、復号部 640 と、復号テーブル 641 と、予測合成部 63 とを含んでいる。補助情報復号部 632 は分離部 32 からの補助符号 C_A を復号して選択情報 ST を復号部 640 に与える。復号テーブル 641 は図 4 2 A の符号化器 10 における符号化テーブル 530 と同じものを使用する。復号部 640 は開始フレームの先頭と次の 2 つの予測誤差符号 Pe に対して復号テーブル T 1 を使用して復号し、予測誤差信号サンプル $y(0)$, $y(1)$ を出力する。以降の予測誤差符号 Pe に対しては前記複数符号毎に選択情報 ST により指定されたテーブル T2 又は T3 の 1 つを選択して復号を行い、予測誤差信号サンプル $y(n)$ を出力する。予測合成部 63 は前述の図 2 0 又は 2 1 B の予測合成処理を適用したものであり、予測誤差信号 $y(n)$ を予測合成処理して予測合成信号 $x(n)$ を出力する。

20

他の変形例

第 2 参考形態及び第 1 実施形態は自己回帰型フィルタを用いる場合に限らず、第 1 参考形態と同様に一般に FIR フィルタのような処理にも適用できる。更に、上述した各参考例において代用サンプル列 A_S , A_S としては、その各サンプルの上位桁 (ビット) だけを用いてもよく、あるいは A_S , A_S のもととなる現フレームから取り出したサンプル列 S , S の各サンプルの上位桁 (ビット) だけを用いて、 A_S , A_S を求めてもよい。

30

【0092】

上述では、現フレームの処理に、前又は / 及び後のフレームのサンプル列の代用として、現フレーム内のサンプル列を利用したが、そのような代用サンプル列を用いることなく現フレーム内でのサンプルのみで完結するようにしてもよい。

例えばタップ数が少ない短いフィルタにおいては、例えばアップサンプルなどのあとにサンプル値を平滑化または補間する場合には簡単な外挿も可能である。即ち例えば図 4 3 及び図 4 4 においてバッファに現フレームのサンプル列 S_{FC} ($=x(1), x(3), x(5), \dots$) が格納され、このサンプリング周波数を 2 倍にアップサンプリングする場合、制御部の制御のもとに図 4 3 A に示すように、現フレーム FC の先頭サンプル $x(0)$ を、現フレーム FC のそれに近いサンプル $x(1)$, $x(3)$ などから外挿部で外挿し、サンプル $x(2)$ は両隣りのサンプル $x(1)$ と $x(3)$ との平均値とし (内挿し) て内挿部により求め、サンプル $x(4)$ 以後はフィルタ処理により補間推定する。例えばサンプル $x(4)$ は $x(1)$, $x(3)$, $x(5)$, $x(7)$ から 7 タップの FIR フィルタにより推定する。この場合 1 つ置きの 3 つのタップのタップ係数 (フィルタ係数) はゼロとする。これら推定したサンプル $x(0)$, $x(2)$, および入力サンプル $x(1)x(3)$ を、図 4 3 A に示すサンプル列になるようにフィルタ出力に対し合成部で合成する。

40

【0093】

サンプル $x(0)$ の外挿の方法は図 4 3 B に示すように最も近いサンプル $x(1)$ をそのまま

50

用いる。あるいは図43Cに示すように、近くの2つのサンプル $x(1)$ 、 $x(3)$ を結ぶ直線91を延長してサンプル $x(0)$ 時点の値をサンプル $x(0)$ の値とする(2点直線外挿)。あるいは図43Dに示すように近くの3つのサンプル $x(1)$ 、 $x(3)$ 、 $x(5)$ に近い直線(最小2乗直線)92を延長してサンプル $x(0)$ 時点の値をサンプル $x(0)$ とする(3点直線外挿)。あるいは図43Eに示すように近くの3つのサンプル $x(1)$ 、 $x(3)$ 、 $x(5)$ に近い2次曲線を延長してサンプル $x(0)$ 時点の値をサンプル $x(0)$ とする(3点2次関数外挿)。

【0094】

上述における処理対象デジタル信号は、一般にフレーム単位での処理であるが、当該フレームの前又は/及び後のフレームにまたがって処理を行うフィルタ処理を必要とする信号であれば、どのようなものでもよく、逆に云えばこの発明はそのようなフィルタ処理を必要とする処理を対象とするものであり、符号化処理や復号化処理の一部の処理に限られるものでない、符号化処理、復号化処理に適用する場合も、可逆符号化、可逆復号化、非可逆符号化、非可逆復号化の各処理の何れにも利用されるものである。

上述したこの発明のデジタル処理器(図には処理部として表示しているものもある)はコンピュータによりプログラムを実行させて機能させることもできる。つまり上述したこの発明の各種デジタル信号処理方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラムをCD-ROM、磁気ディスクなどの記録媒体から、あるいは通信回線を介してコンピュータ内にインストールして、そのプログラムを実行させればよい。

【0095】

上述したこの発明の参考例によれば、例えば符号化に用いるこの発明によるデジタル信号処理方法は次のような構成であるとも云える。

(A) フレーム毎にデジタル信号を符号化する符号化方法に用いられ、現サンプルと、少なくとも直前の p (p は1以上の整数)個のサンプルと直後の Q (Q は1以上の整数)サンプルのうちいずれかを線形結合するフィルタによる処理方法であって、ここでサンプルとは入力信号でも予測誤差などの中間信号でもよい。

現フレームの先頭サンプルの直前の p 個のサンプルとして、現フレーム内の一部の連続する p 個のサンプルを用いた p 個の代用サンプルを配し、

前記フィルタにより先頭サンプルとその直前に配された前記代用サンプルの少なくとも一部とを線形結合し、又は現フレームの末尾サンプルの直後の Q 個のサンプルとして、現フレーム内の一部の連続する Q 個のサンプルを用いた Q 個の代用サンプルを配し、

前記フィルタにより末尾サンプルとその直後に配された代用サンプルの少なくとも一部とを線形結合することを特徴とする。

【0096】

また例えば復号化に用いるこの発明によるデジタル信号処理方法は次のような構成であるとも云える。

(B) フレーム毎にデジタル信号を再生する復号化方法に用いられ、現サンプルと、少なくとも直前の p (p は1以上の整数)個のサンプルと直後の Q (Q は1以上の整数)サンプルのうちいずれかを線形結合するフィルタによる処理方法であって、ここでサンプルは予測誤差などの中間信号であり、

直前のフレームが存在しない場合、現フレームの先頭サンプルの直前の p 個の代用サンプルとして現フレーム内の一部の連続する p 個のサンプルを用い、前記フィルタにより先頭サンプルと代用サンプルの少なくとも一部とを線形結合し、

直後のフレームが存在しない場合、

現フレームの末尾サンプルの直後の Q 個の代用サンプルとして現フレーム内の一部の連続する Q 個のサンプルを用い、前記フィルタにより末尾サンプルと代用サンプルの少なくとも一部とを線形結合することを特徴とする。

【産業上の利用可能性】

【0097】

この発明を使用することにより、送信信号に対し任意の時点のフレームでアクセスしても、そのフレームから直ちに再生が可能となる(ランダムアクセスが可能となる)ので、

10

20

30

40

50

例えばインターネットを介して配信される音声、映像コンテンツの送受信に利用できる。

【 図 1 】

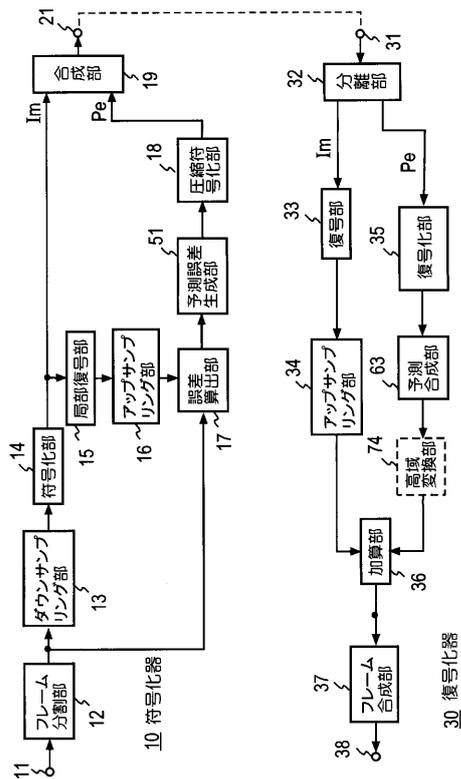


図1

【 図 2 】

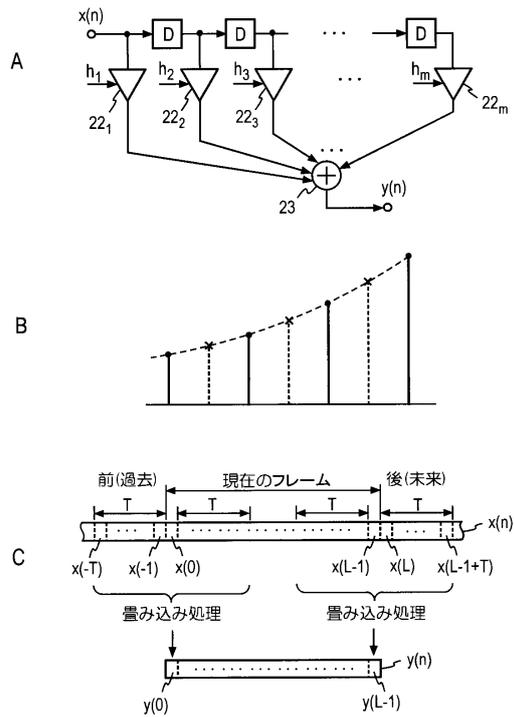


図2

【図3】

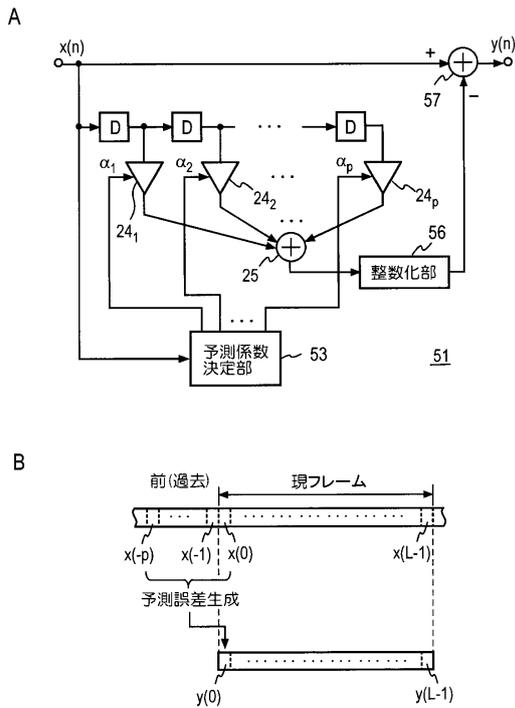


図3

【図4】

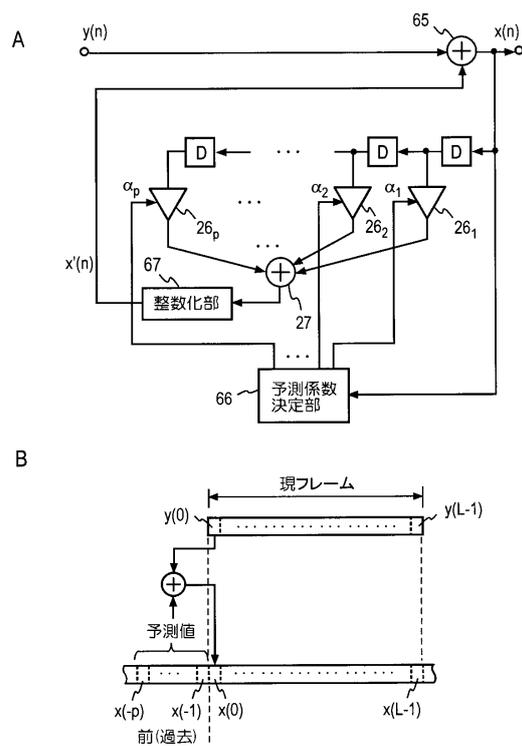


図4

【図5】

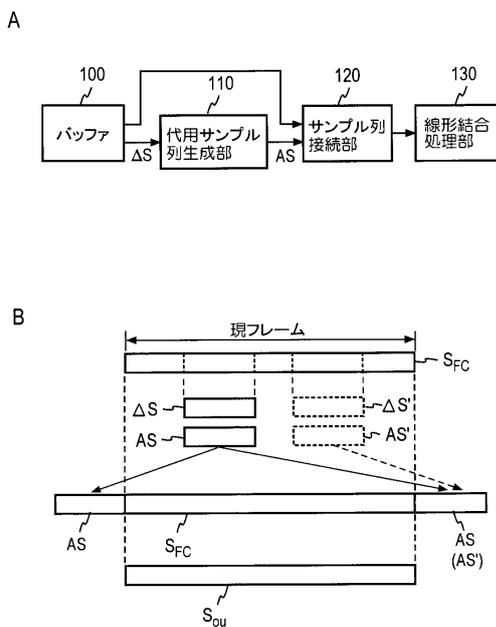


図5

【図6】

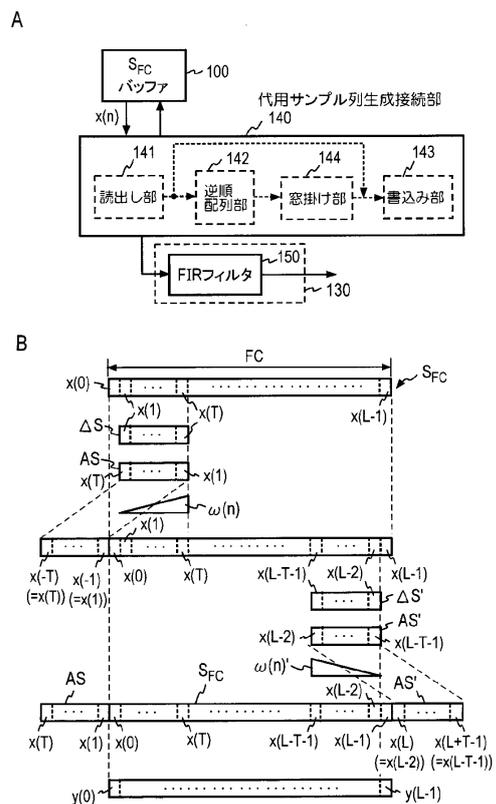


図6

【図7】

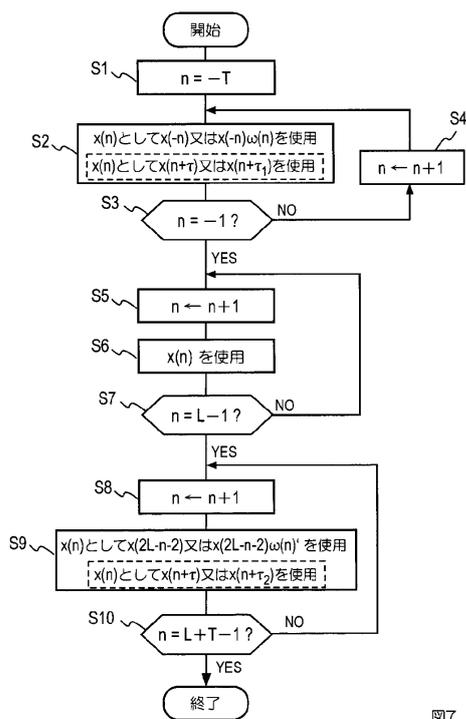


図7

【図8】

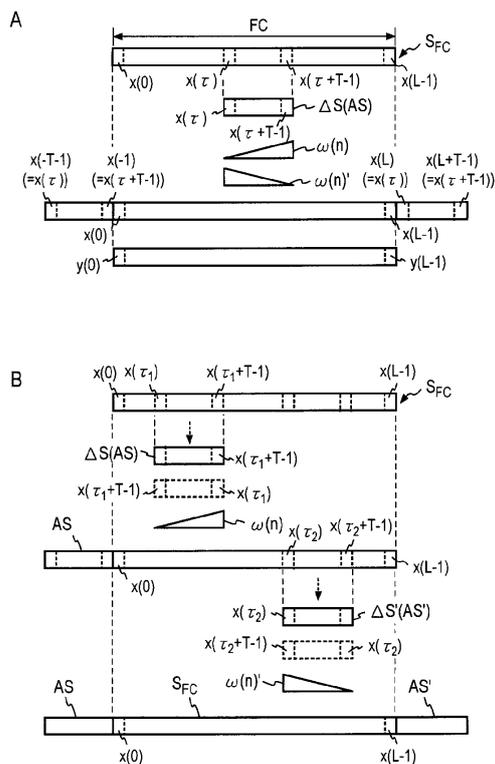


図8

【図9】

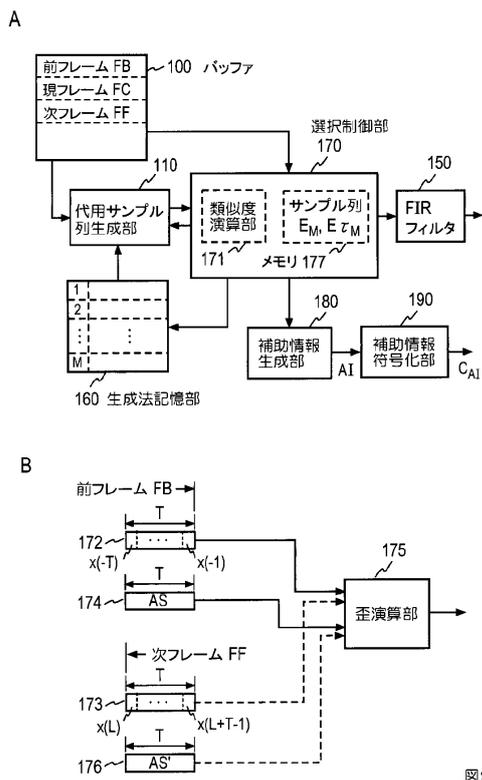


図9

【図10】

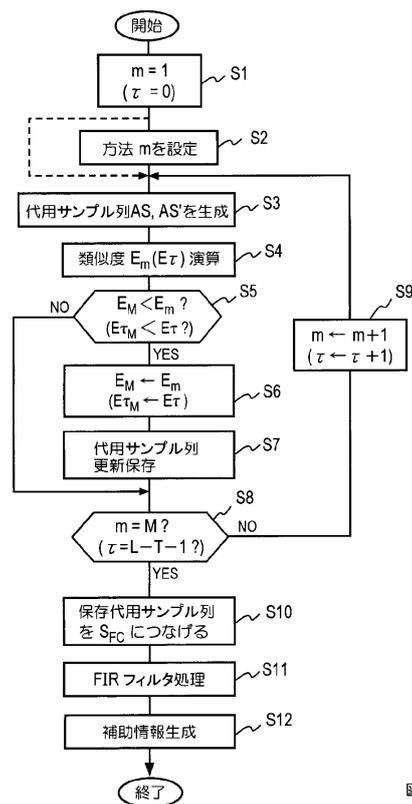
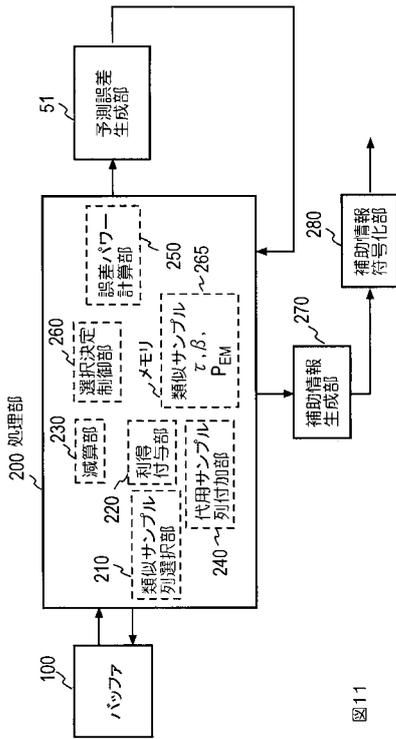
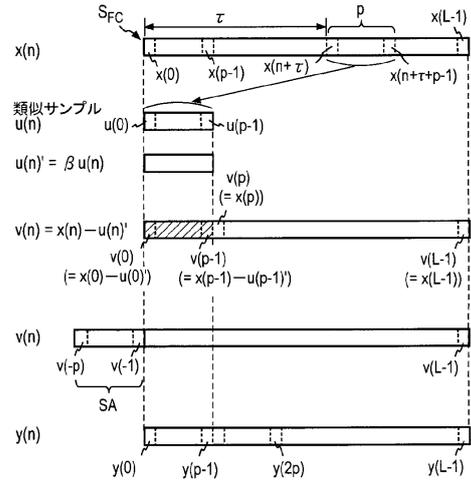


図10

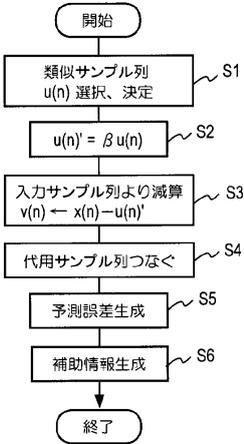
【 図 1 1 】



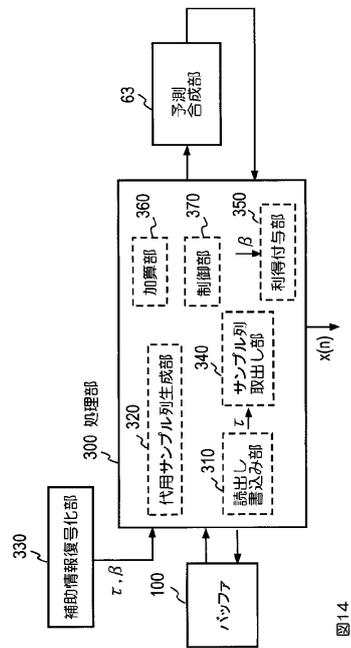
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】

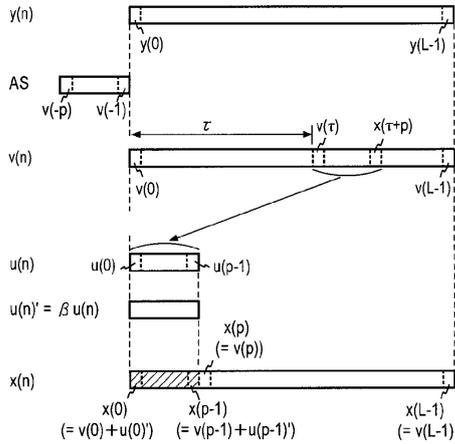


図15

【 図 1 6 】

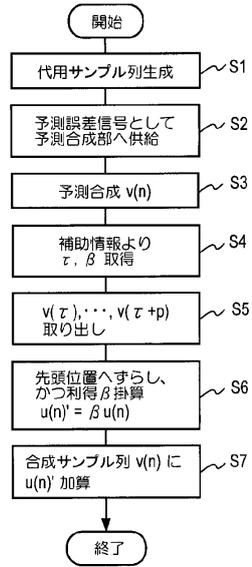


図16

【 図 1 7 】

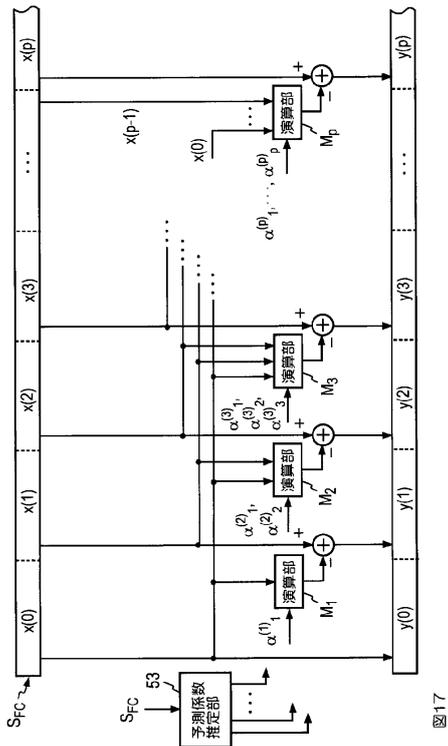


図17

【 図 1 8 】

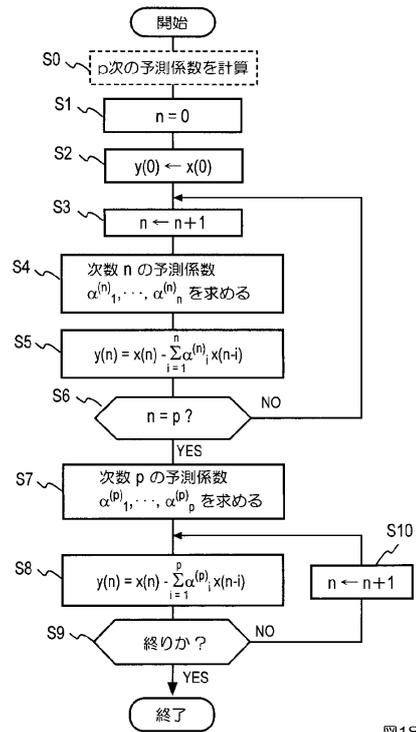


図18

【 図 19 】

n	$\alpha^{(n)}_1$	$\alpha^{(n)}_2$	.....	$\alpha^{(n)}_{p-1}$	$\alpha^{(n)}_p$
0	0	0	.....	0	0
1	$\alpha^{(1)}_1$	0	.....	0	0
.....
p-2	$\alpha^{(p-2)}_1$	$\alpha^{(p-2)}_2$	$\alpha^{(p-2)}_3$	.....	0
p-1	$\alpha^{(p-1)}_1$	$\alpha^{(p-1)}_2$	$\alpha^{(p-1)}_3$	.....	$\alpha^{(p-1)}_{p-1}$
p	$\alpha^{(p)}_1$	$\alpha^{(p)}_2$	$\alpha^{(p)}_3$	.....	$\alpha^{(p)}_{p-1}$
p+1	$\alpha^{(p)}_1$	$\alpha^{(p)}_2$	$\alpha^{(p)}_3$	.....	$\alpha^{(p)}_{p-1}$
.....
L-1	$\alpha^{(p)}_1$	$\alpha^{(p)}_2$	$\alpha^{(p)}_3$	.....	$\alpha^{(p)}_{p-1}$

図 19

【 図 20 】

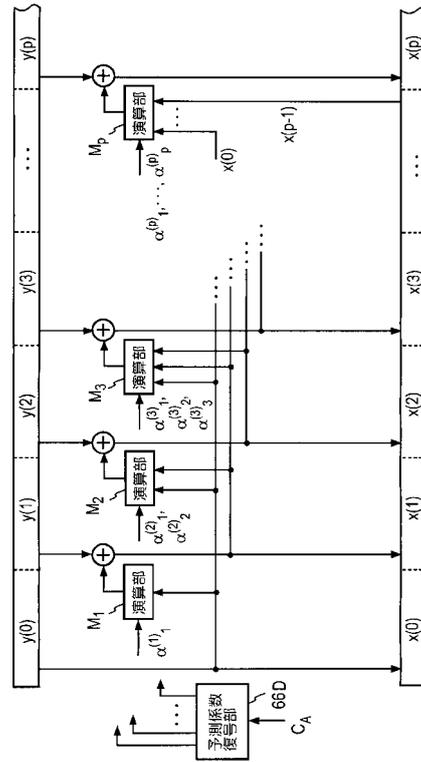


図 20

【 図 21 】

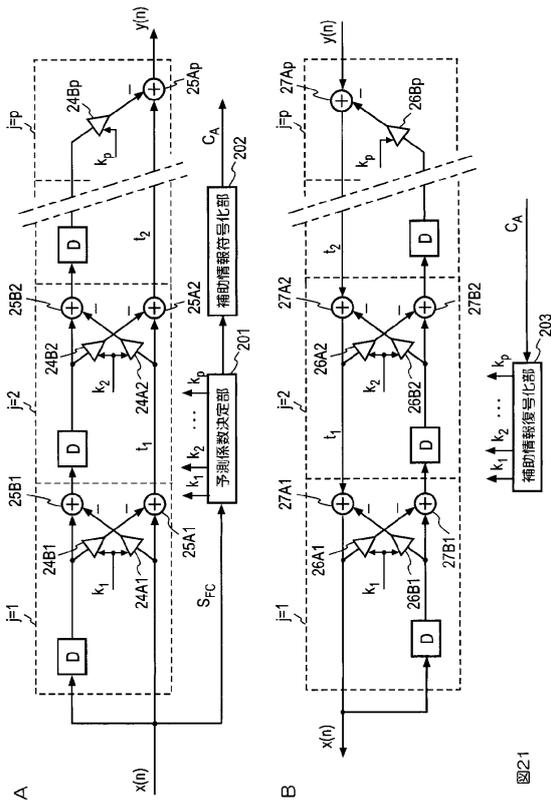


図 21

【 図 22 】

n	k_1	k_2	.....	k_{p-1}	k_p
0	0	0	.....	0	0
1	k_1	0	.....	0	0
2	k_1	k_2	.....	0	0
.....
p-1	k_1	k_2	.....	k_{p-1}	0
p	k_1	k_2	.....	k_{p-1}	k_p
p+1	k_1	k_2	.....	k_{p-1}	k_p
.....
L-1	k_1	k_2	.....	k_{p-1}	k_p

図 22

【 図 2 3 】

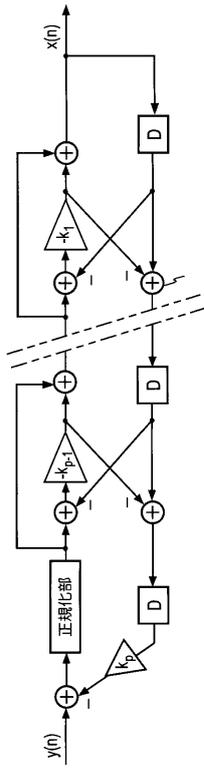


図23

【 図 2 4 】

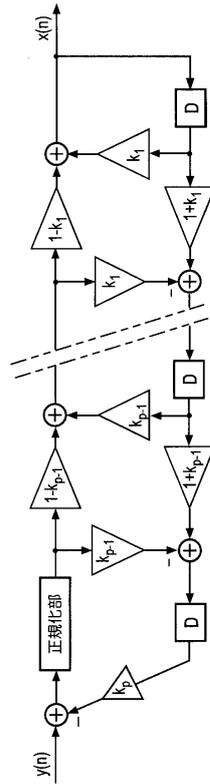


図24

【 図 2 5 】

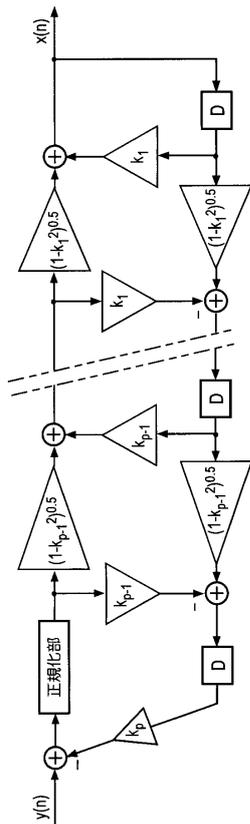


図25

【 図 2 6 】

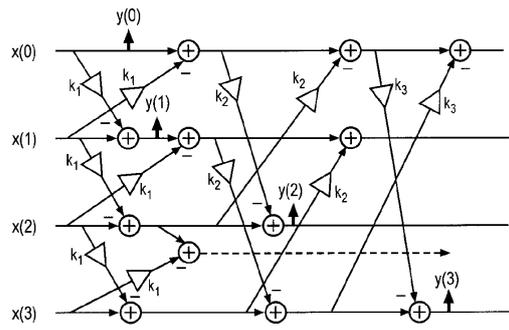


図26

【 図 2 7 】

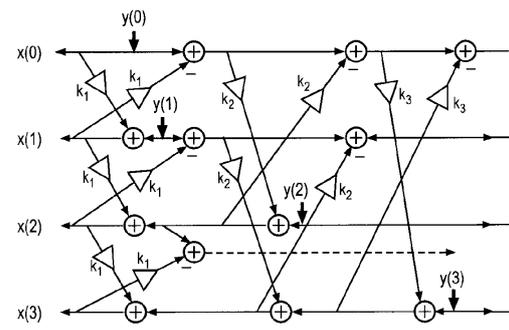
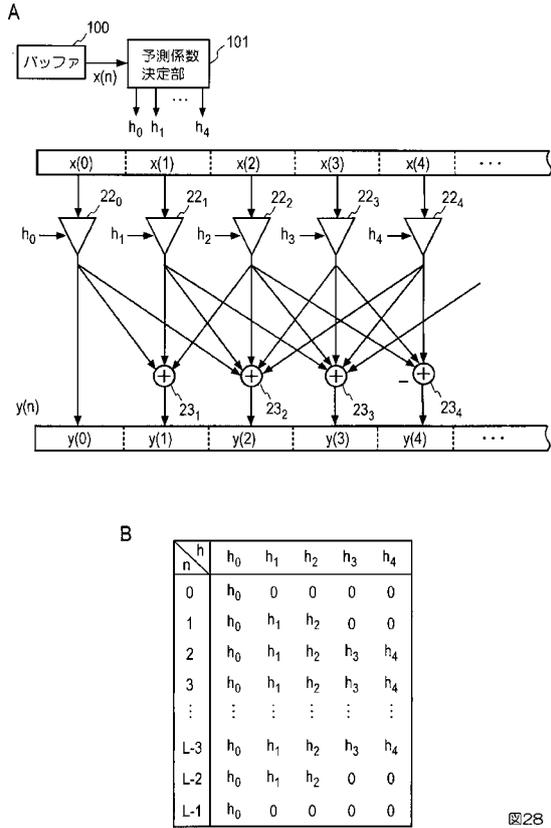
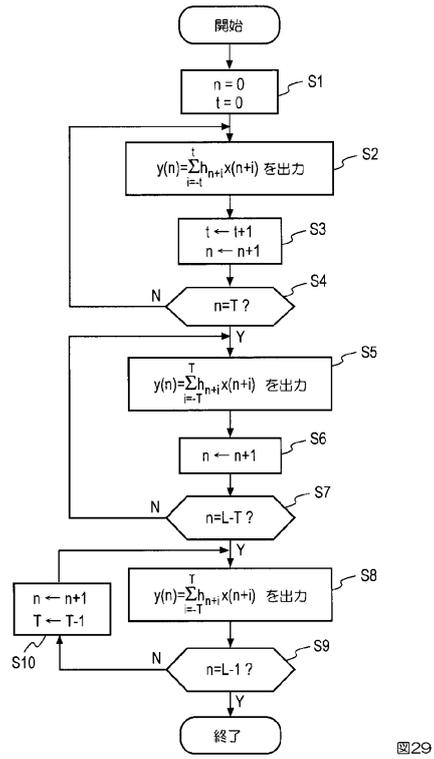


図27

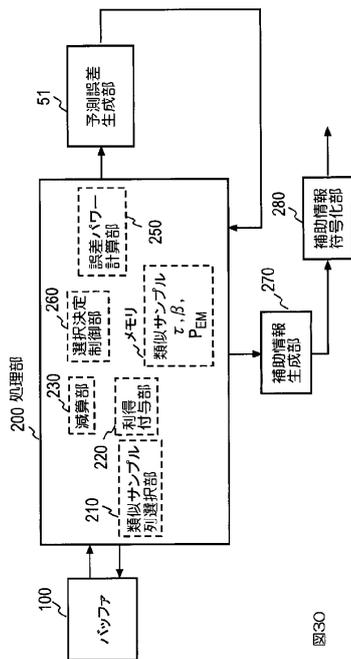
【図28】



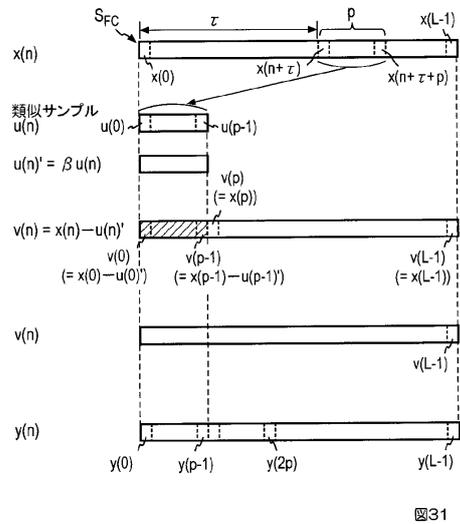
【図29】



【図30】



【図31】



【図32】

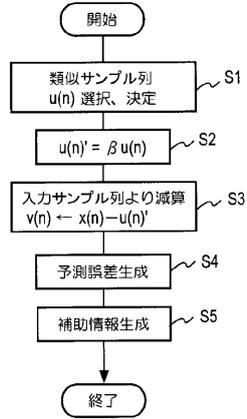


図32

【図33】

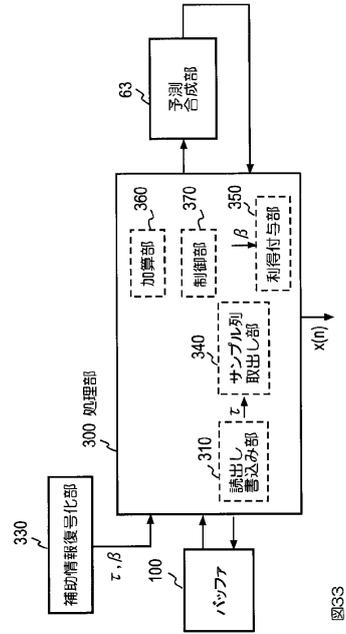


図33

【図34】

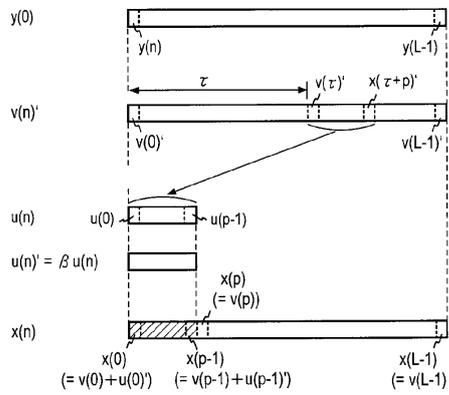


図34

【図35】

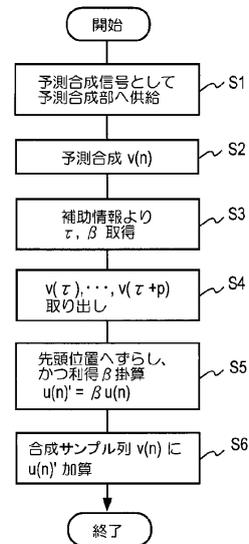


図35

【 図 3 6 】

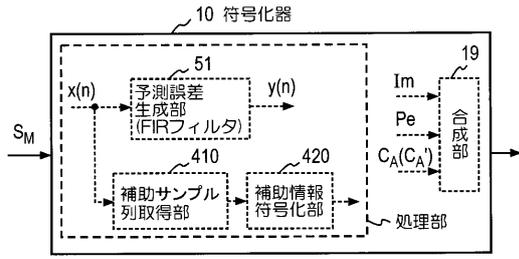


図36

【 図 3 8 】

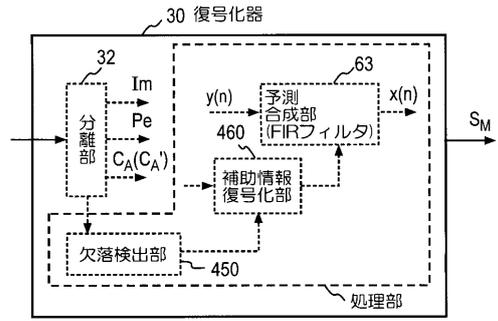


図38

【 図 3 7 】

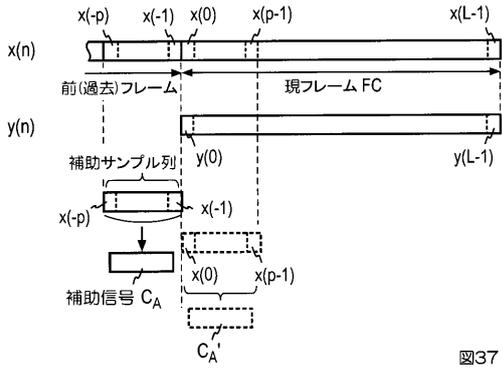


図37

【 図 3 9 】

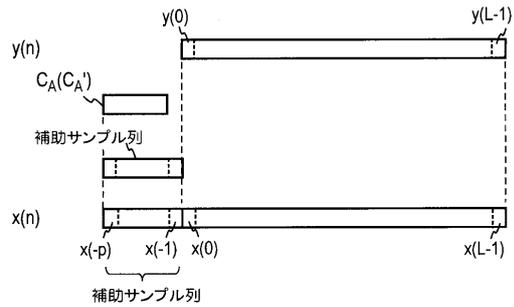


図39

【 図 4 0 】

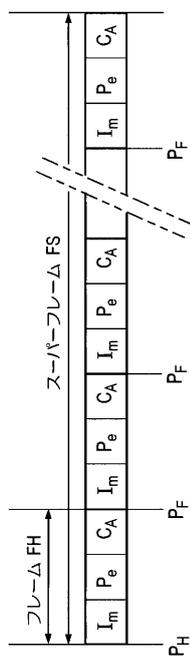


図40

【 図 4 1 】

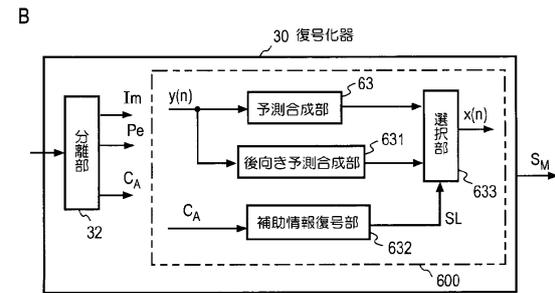
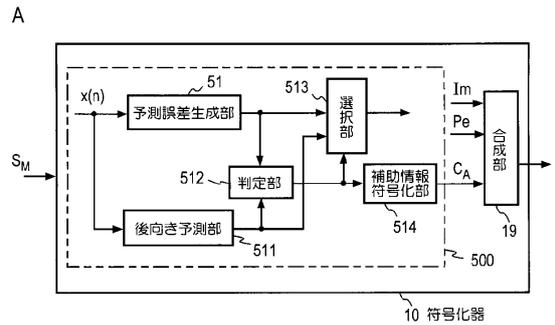


図41

【 図 4 2 】

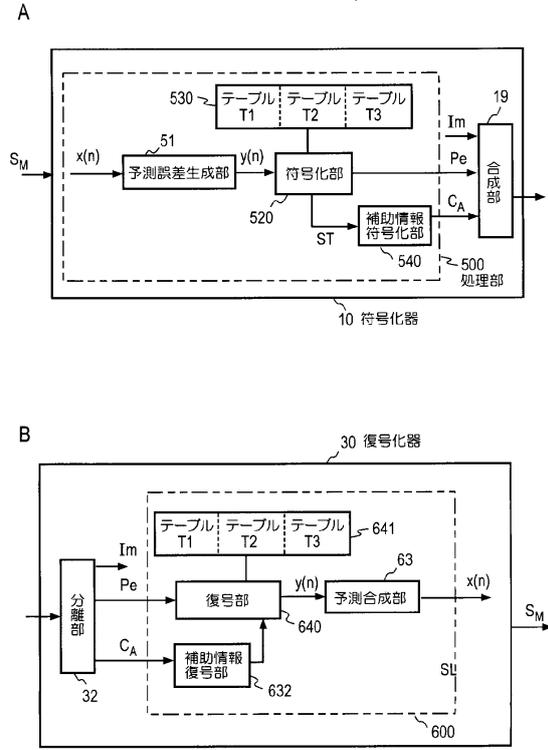


図42

【 図 4 3 】

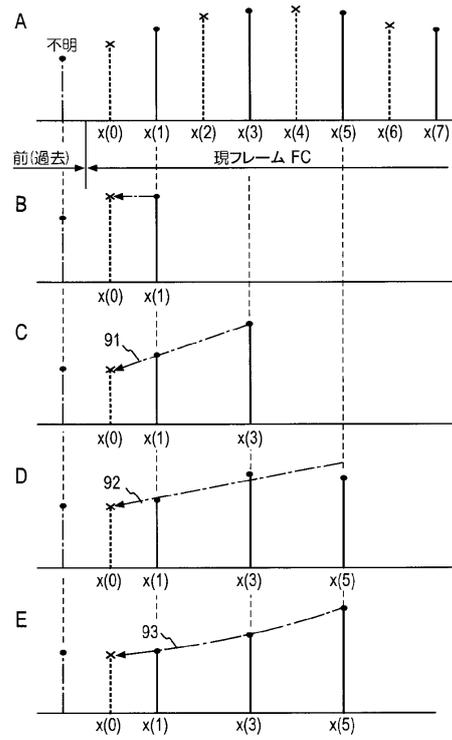


図43

【 図 4 4 】

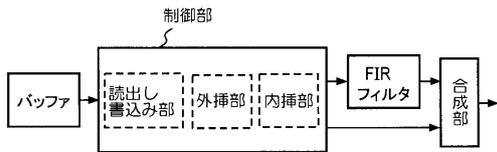


図44

フロントページの続き

(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

(72)発明者 池田 和永

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2002-268696(JP,A)

特開2002-232384(JP,A)

特開平10-116096(JP,A)

特開2003-249957(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03M3/00-11/00

G10L 19/00