

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4348324号
(P4348324)

(45) 発行日 平成21年10月21日(2009.10.21)

(24) 登録日 平成21年7月24日(2009.7.24)

(51) Int.Cl. F I
H03M 7/30 (2006.01) H03M 7/30 Z
G10L 19/14 (2006.01) G10L 19/14 400E

請求項の数 12 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2005-233944 (P2005-233944)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成17年8月12日 (2005.8.12)		日本電信電話株式会社
(65) 公開番号	特開2007-49585 (P2007-49585A)		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(43) 公開日	平成19年2月22日 (2007.2.22)	(74) 代理人	100121706
審査請求日	平成18年10月18日 (2006.10.18)		弁理士 中尾 直樹
		(74) 代理人	100066153
			弁理士 草野 卓
		(74) 代理人	100128705
			弁理士 中村 幸雄
		(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	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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 信号の符号化装置、方法、プログラム、および記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力された複数ビットで表現されたデジタル信号サンプルを、複数サンプルにより構成されるフレームごとに、符号化する信号符号化装置であって、

複数の前記デジタル信号サンプルをまとめたフレームを形成するフレームバッファと、

フレーム内の全デジタル信号サンプルにおいてビット位置の値が0となる、最下位ビットからnビットの範囲（nは1以上の整数）、を求め、nをシフト量候補とするシフト量候補算出部と、

少なくとも1つの過去のフレームのシフト量を記録するフレームシフト量保持バッファと、

前記シフト量候補と前記フレームシフト量保持バッファに記録されたシフト量を用いて、あらかじめ定められた基準にしたがって、現フレームのシフト量を決定するシフト量選定部と、

前記シフト量選定部で定めたシフト量にしたがって、前記フレーム内の全デジタル信号サンプルをシフトするシフト部と、

前記フレーム内の全デジタル信号サンプルの最下位ビットからシフト量分のビットの範囲を除く部分を符号化し、符号列を得る整数信号符号化部と、

前記シフト量選定部で求めたシフト量の情報と前記整数信号符号化部で得た符号列とを出力する出力部と

を備える信号符号化装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の信号符号化装置であって、

前記シフト量候補と前記フレームシフト量保持バッファに記録された 1 つのシフト量との関係が、あらかじめ定められた範囲内の場合には、前記フレームシフト量保持バッファに記録された 1 つのシフト量を現フレームのシフト量とし、

前記シフト量候補と前記フレームシフト量保持バッファに記録された 1 つのシフト量との関係が、あらかじめ定められた範囲外の場合には、前記シフト量候補を現フレームのシフト量とすることを特徴とする前記シフト量選定部

を備える信号符号化装置。

【請求項 3】

請求項 1 記載の信号符号化装置であって、

前記シフト量候補が、前記フレームシフト量保持バッファに記録された直前フレームのシフト量より小さい場合、または前記シフト量候補と前記直前フレームのシフト量との差があらかじめ定められた閾値より大きい場合には、前記シフト量候補を現フレームのシフト量とし、

前記シフト量候補が、前記直前フレームのシフト量以上、かつ前記シフト量候補と前記直前フレームのシフト量との差があらかじめ定められた閾値以下の場合には、前記直前フレームのシフト量を現フレームのシフト量とすることを特徴とする前記シフト量選定部

を備える信号符号化装置。

【請求項 4】

請求項 1 記載の信号符号化装置であって、

前記フレームシフト量保持バッファに直前のフレームのシフト量を記録しておき、

前記シフト量候補が直前のフレームのシフト量以上の場合には、直前のフレームのシフト量から前記シフト量候補までの各シフト量での符号化後のデータ量を計算して、最もデータ量が少ないシフト量を現フレームのシフト量とし、

前記シフト量候補が直前のフレームのシフト量より小さい場合には、前記シフト量候補を現フレームのシフト量とすることを特徴とする前記シフト量選定部

を備える信号符号化装置。

【請求項 5】

請求項 1 記載の信号符号化装置であって、

前記フレームシフト量保持バッファに過去の N 個 (N は 2 以上の整数) のフレームのシフト量を記録しておき、

前記シフト量候補が、過去の N 個のフレームのシフト量の中で、 n 番目 (n は、 1 以上 N 未満の整数) に小さいシフト量以下、かつ直前のフレームのシフト量以上場合には、直前のフレームのシフト量を現フレームのシフト量とし、

前記シフト量候補が、過去の N 個のフレームのシフト量の中で、 n 番目 (n は、 1 以上 N 未満の整数) に小さいシフト量より大きい場合、または直前のフレームのシフト量より小さい場合には、前記シフト量候補を現フレームのシフト量とすることを特徴とする前記シフト量選定部

を備える信号符号化装置。

【請求項 6】

入力された複数ビットで表現されたデジタル信号サンプルを、複数サンプルにより構成されるフレームごとに、符号化する信号符号化方法であって、

複数の前記デジタル信号サンプルをまとめたフレームを形成するフレーム化ステップと、

フレーム内の全デジタル信号サンプルにおいてビット位置の値が 0 となる、最下位ビットから n ビットの範囲 (n は 1 以上の整数)、を求め、 n をシフト量候補とするシフト量候補算出ステップと、

前記シフト量候補と少なくとも 1 つの過去のフレームのシフト量を用いて、あらかじめ定めた基準にしたがって、現フレームのシフト量を決定するシフト量選定ステップと、

前記シフト量選定ステップで定めたシフト量にしたがって、前記フレーム内の全デジタ

10

20

30

40

50

ル信号サンプルをシフトするシフトステップと、

前記フレーム内の全デジタル信号サンプルの最下位ビットからシフト量分のビットの範囲を除く部分を符号化し、符号列を得る整数信号符号化ステップと、

前記シフト量選定ステップで求めたシフト量の情報と前記整数信号符号化ステップで得た符号列とを出力する出力ステップと

を有する信号符号化方法。

【請求項 7】

請求項 6 記載の信号符号化方法であって、

前記シフト量候補と前記フレームシフト量保持バッファに記録された 1 つのシフト量との関係が、あらかじめ定められた範囲内の場合には、前記フレームシフト量保持バッファに記録された 1 つのシフト量を現フレームのシフト量とし、

前記シフト量候補と前記フレームシフト量保持バッファに記録された 1 つのシフト量との関係が、あらかじめ定められた範囲外の場合には、前記シフト量候補を現フレームのシフト量とすることを特徴とする前記シフト量選定ステップ

を有する信号符号化方法。

【請求項 8】

請求項 6 記載の信号符号化方法であって、

前記シフト量候補が、前記フレームシフト量保持バッファに記録された直前フレームのシフト量より小さい場合、または前記シフト量候補と前記直前フレームのシフト量との差があらかじめ定められた閾値より大きい場合には、前記シフト量候補を現フレームのシフト量とし、

前記シフト量候補が、前記直前フレームのシフト量以上、かつ前記シフト量候補と前記直前フレームのシフト量との差があらかじめ定められた閾値以下の場合には、前記直前フレームのシフト量を現フレームのシフト量とすることを特徴とする前記シフト量選定ステップ

を有する信号符号化方法。

【請求項 9】

請求項 6 記載の信号符号化方法であって、

前記フレームシフト量保持バッファに直前のフレームのシフト量を記録しておき、

前記シフト量候補が直前のフレームのシフト量以上の場合には、直前のフレームのシフト量から前記シフト量候補までの各シフト量での符号化後のデータ量を計算して、最もデータ量が少ないシフト量を現フレームのシフト量とし、

前記シフト量候補が直前のフレームのシフト量より小さい場合には、前記シフト量候補を現フレームのシフト量とすることを特徴とする前記シフト量選定ステップ

を有する信号符号化方法。

【請求項 10】

請求項 6 記載の信号符号化方法であって、

前記フレームシフト量保持バッファに過去の N 個 (N は 2 以上の整数) のフレームのシフト量を記録しておき、

前記シフト量候補が、過去の N 個のフレームのシフト量の中で、 n 番目 (n は、 1 以上 N 未満の整数) に小さいシフト量以下、かつ直前のフレームのシフト量以上場合には、直前のフレームのシフト量を現フレームのシフト量とし、

前記シフト量候補が、過去の N 個のフレームのシフト量の中で、 n 番目 (n は、 1 以上 N 未満の整数) に小さいシフト量より大きい場合、または直前のフレームのシフト量より小さい場合には、前記シフト量候補を現フレームのシフト量とすることを特徴とする前記シフト量選定ステップ

を有する信号符号化方法。

【請求項 11】

請求項 1 から 5 のいずれかに記載の装置をコンピュータにより実現するプログラム。

【請求項 12】

10

20

30

40

50

請求項 1 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、複数のサンプル値を符号化する信号符号化装置、方法、プログラム、および記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

図 1 に、従来の整数信号符号化部の機能構成例を示す。また、図 2 に整数信号符号化部 840 の処理フロー (S840) を示す。整数信号符号化部 840 は、区間分割部 8401、線形予測分析部 8402、線形予測係数符号化部 8403、線形予測係数復号化部 8404、逆フィルタ 8407、サンプルバッファ 8408、残差信号符号化部 8409、統合部 (Multiplexer) 8410 から構成される。区間分割部 8401 は、入力された整数信号を複数サンプルまとめてフレーム化し、フレーム単位のデジタルのサンプリング値とする (S8401)。線形予測分析部 8402 は、フレーム化して入力された整数信号 (以下、「入力整数信号」という。) について線形予測のための分析を行い、線形予測係数を出力する (S8402)。ここで、線形予測係数の次数を P とする。線形予測係数符号化部 8403 は、線形予測分析部 8402 の結果にしたがって線形予測係数を符号化し、予測係数符号を出力する (S8403)。線形予測係数復号化部 8404 は、線形予測係数符号化部 8403 からの出力を復号化し、P 次の線形予測係数を出力する (S8404)。本例では、線形予測係数符号化部 8403 からの出力を線形予測係数復号化部 8404 で復号化して、量子化済線形予測係数を得る構成としている。しかし、線形予測係数復号化部 8404 を無くし、線形予測係数符号化部 8403 から予測係数符号とそれに対応する量子化済線形予測係数を得る構成としてもよい。逆フィルタ 8407 は、予測係数符号で伝達される信号を、線形予測係数復号化部 8404 から出力された P 次の量子化済線形予測係数およびサンプルバッファ 8408 に保存されている直前のフレームのサンプル値と現フレームのサンプル値を用いて復元する。さらに、入力整数信号から復元した予測係数符号で伝達される信号を減算し、残差信号を出力する (S8407)。また、現フレームのサンプル値の少なくとも最後の P サンプルは、サンプルバッファ 8408 に保持される (S8408)。残差信号符号化部 8409 は、逆フィルタ 8407 から出力された残差信号を符号化し、残差符号を出力する (S8409)。統合部 (Multiplexer) 8410 は、線形予測係数符号化部 8403 が出力した予測係数符号と残差信号符号化部 8409 が出力した残差符号とを統合して整数信号符号として出力する (S8410)。なお、線形予測分析部 8402 でも、線形予測分析に直前のフレームの最後の P サンプルを用いてもよい。この場合には、図 1 中に点線で示しているように、サンプリングバッファ 8408 から直前のフレームの最後の P サンプルの値を受け取る。

【0003】

図 3 に従来の整数信号復号化部の機能構成例を示す。また、図 4 に整数信号復号化部 920 の処理フロー (S920) を示す。整数信号復号化部 920 は、分割部 (Demultiplexer) 9201、線形予測係数復号化部 9202、残差信号復号化部 9203、サンプルバッファ 9206、合成フィルタ 9207 から構成される。符号化されたデータは、分割部 (Demultiplexer) 9201 で受信、蓄積され、予測係数符号と残差符号とに分割される (S9201)。線形予測係数復号化部 9202 は、予測係数符号を復号化し、線形予測係数を出力する (S9202)。残差信号復号化部 9203 は、残差符号を復号化し、残差信号を出力する (S9203)。合成フィルタ 9207 は、線形予測係数復号化部 9202 が出力した線形予測係数およびサンプルバッファ 9206 に保持された直前フレームのサンプル値と現フレームのサンプル値を用いて、信号を合成する (S9206)。さらに、復元された信号と残差信号を加算し、整数信号を得る (S9207)。

【0004】

また、整数信号を可逆符号化する符号化方法については、例えば、非特許文献 1 にある

ように、線形予測を行って、線形予測係数と線形予測残差をそれぞれ可逆符号化する方法がある。非特許文献1の符号化方法では、入力された整数形式のデータサンプル値列を、複数まとめたフレームごとに、線形予測係数を求め、線形予測係数を符号化し、前記符号化の過程で量子化された線形予測係数を用いて逆フィルタ（分析フィルタとも言う。）を構成し、線形予測残差信号を求め、線形予測残差信号を符号化する。

【非特許文献1】Tilman Liebchen and Yuriy A. Reznik, "MPEG4-ALS: an Emerging Standard for Lossless Audio Coding," Proceedings of the Data Compression Conference (DCC'04), pp1068-0314/04, 2004.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

図5を用いて従来の方法の問題点を説明する。図5は、24ビットを符号化する整数信号符号装置であって、1フレームが10サンプルで構成される場合のイメージを示している。図中の網掛け部は、0または1のビット（実質的に情報を有するビット）であり、その他の部分は0（実質的に情報がないビット）である。また、図中の点線で囲まれた範囲が符号化の対象である。図5では、全てのビットが符号化の対象であることを示している。

しかし、もともと振幅が小さい入力信号を増幅して得た信号の場合、下位ビットが0となっていることがある。例えば、図5のフレーム1では下位の2ビット分の桁、フレーム2では下位の4ビット分の桁では、全てのビットが0である。従来技術では、このような実質的に情報のない下位ビットも符号化することになる。つまり、下位ビットが0となっている入力信号の場合、圧縮効率が必ずしも良いとは言えない。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明では、整数信号を符号化する際に、フレーム内のビットが全て0の桁が最下位桁から何桁あるか、もしくは、いずれかのビットが1の桁が最下位桁から何桁目にあるかを検出し、その情報を出力する。また、最も下位桁にあるいずれかのビットが1である桁を含むそれより上位の桁を符号化し、符号列を出力する。図6に本発明を適用した場合の符号化のイメージを示す。フレーム1の場合は下位の2桁、フレーム2の場合は下位の4桁の全てのビットが0なので、符号化の対象から外されている。

30

また、整数信号を復号化する際には、前記符号列から整数信号を復号化し、前記フレーム内のビットが全て0の桁が最下位桁から何桁あるか、もしくは、いずれかのビットが1の桁が最下位桁から何桁目にあるかの情報を用いて、復号化された整数信号の下位にビットが全て0の桁を付加することで、出力する整数信号を求める。

【0007】

このようにフレームごとに符号化の対象範囲が異なると、フレーム間予測を行う線形予測符号化などの場合に、フレーム間予測が適正に行われず、圧縮効率が悪くなるという問題が新たに生じる。そこで、本発明では、直前のフレームの検出結果と現フレームの検出結果とが異なる場合に、過去の検出結果を考慮して、頻繁なシフト量の変化を抑制する。もしくは、直前のシフト量も考慮した線形予測符号化を行う。

40

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、整数信号の符号化の際に実質的に情報のない下位のビットの符号化を行わないため、圧縮効率が高くなる。また、頻繁なシフト量の変化がなくなり、フレーム間予測を用いて圧縮符号化する場合の圧縮率を向上することができる。さらに、フレーム間予測を行う線形予測符号化の場合には、情報があるビットの位置が前後のフレーム間でずれた場合にも、そのずれ量を補正することができるので、圧縮効率を高く維持できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

以下では、説明の重複を避けるため同じ機能を有する構成部や同じ処理を行う処理ステ

50

ップには同一の番号を付与し、説明を省略する。

[第 1 実施形態]

本発明の符号化処理部の機能構成を図 7 に示す。図 8 に、符号化処理部 4 0 0 の処理フローを示す。符号化処理部 4 0 0 は、フレームバッファ 8 1 0、シフト量算出部 4 2 0、整数信号シフト処理部 4 3 0、整数信号符号化部 8 4 0、統合部 (Multiplexer) 4 6 0 から構成される。フレームバッファ 8 1 0 は、整数信号 (入力信号) を蓄積し、複数のサンプル値単位 (フレーム単位) にシフト量算出部 4 2 0 と整数信号シフト処理部 4 3 0 へ出力する (S 8 1 0)。シフト量算出部 4 2 0 は、いずれかのビットが 1 である最下位の桁を含むそれより上位の桁すべてが符号化の対象となるようにシフト量を決定する (S 4 2 0)。具体的な決定方法は後述する。整数信号シフト処理部 4 3 0 は、シフト量算出部 4 2 0 の決定にしたがって符号化の範囲をシフトする (S 4 3 0)。整数信号符号化部 8 4 0 は、従来技術として図 1、図 2 で説明した方法により、ステップ S 4 3 0 でシフトされた整数信号を符号化する (S 8 4 0)。統合部 (Multiplexer) 4 6 0 は、符号化された整数信号とシフト量とを統合し、出力する (S 4 6 0)。

【 0 0 1 0 】

図 9 に、シフト量算出部 4 2 0 のシフト量決定ステップ (S 4 2 0) の詳細を示す。シフト量算出部 4 2 0 は、フレームを構成するサンプルの数 (N_F 個) だけ、サンプルを取り込む (S 4 2 0 1)。シフト量 E を 0 に初期化する (S 4 2 0 2)。入力信号系列を E だけ右シフトした場合の、最下位桁のビットプレーン (フレーム内のサンプルの同じ桁のビットの集合) 中のビットが 1 となるサンプルの数 n を検出する (S 4 2 0 3)。 $n = 0$ かを確認し、Yes の場合はステップ S 4 2 0 5 へ進み、No の場合はステップ S 4 2 0 を終了する (S 4 2 0 4)。ステップ 4 2 0 5 では、シフト量 E を $E + 1$ とする (S 4 2 0 5)。 E が符号化ビット数 Q に等しいかを確認し、Yes の場合はステップ S 4 2 0 7 へ進み、No の場合はステップ S 4 2 0 3 へ戻る。ステップ S 4 2 0 7 では、 E を 0 に戻し、ステップ S 4 2 0 を終了する。このステップでは、フレーム内の全てのビットが 0 だったため、シフト量 E を 0 としている。

【 0 0 1 1 】

図 1 0 に本発明の復号化処理部の機能構成を、図 1 1 に復号化処理部 7 0 0 の処理フローを示す。復号化処理部 7 0 0 は、分割部 (Demultiplexer) 9 1 0、整数信号復号化部 9 2 0、逆シフト処理部 9 5 0 から構成される。分割部 (Demultiplexer) 9 1 0 は、符号化データを受信し、符号化された整数信号とシフト量とに分割すると共に、符号化装置側でシフトした桁の情報 (シフト量) を取得する (S 9 1 0)。整数信号復号化部 9 2 0 は、従来技術として図 3、図 4 で説明した方法により、整数信号を復号化する (S 9 2 0)。逆シフト処理部 9 5 0 は、復号化された整数信号をシフト量と反対方向にシフトし、出力信号を得る (S 9 5 0)。

このように、本発明によれば、整数信号の符号化の際に実質的に情報のない下位のビットの符号化を行わないため、圧縮効率が高くなる。

【 0 0 1 2 】

[第 2 実施形態]

本実施形態は、直前のフレームとのシフト量の違いが、あらかじめ定めた範囲内の場合には、現シフト量を直前のシフト量と同じとする方法と、第 1 実施形態との組み合わせである。

【 0 0 1 3 】

図 1 2 に本実施形態の符号化処理部の機能構成例を示す。符号化処理部 1 0 0 は、フレームバッファ 8 1 0、シフト量候補算出部 1 2 0 とシフト量選定部 1 3 0 とフレームシフト量保存バッファ 1 4 0 から構成されるシフト量決定部 1 1 0、整数信号シフト処理部 4 3 0、整数信号符号化部 8 4 0、統合部 (Multiplexer) 4 6 0 から構成される。図 7 の符号化処理部 4 0 0 との違いは、シフト量決定部 1 1 0 である。

符号化処理部 1 0 0 の処理フローは、図 8 の処理フローで、ステップ S 4 2 0 をステップ S 1 1 0 (図 1 3) に置き換えたものとなる。図 1 3 にシフト量決定部 1 1 0 の処理フ

10

20

30

40

50

ロー（ステップS 1 1 0）を示す。ステップS 1 1 0では、まず、シフト量候補算出部 1 2 0で、フレーム内のサンプル値の全てのビットが0となる下位桁が最下位桁から何桁目まであるかをシフト量候補 Eとして求める（S 1 2 0）。シフト量選定部 1 3 0は、現フレームが先頭フレームかランダムアクセスフレーム（RAフレーム：過去のフレームからの予測を用いないフレーム）かを判断する（S 1 4 0）。先頭フレームかランダムアクセスフレームの場合には、シフト量選定部 1 3 0は、シフト量候補 Eを現フレームのシフト量とする（S 1 5 0）。先頭フレームでもランダムアクセスフレームでもない場合には、シフト量選定部 1 3 0は、フレームシフト量保持バッファから1つまたは複数の過去のフレームのシフト量 S_{j-k} （kは1以上の整数）を読み出し、過去のフレームのシフト量とシフト量候補 Eを用いて現フレームのシフト量 S_j を決定する（S 1 3 0）。 10

【0014】

図14に、シフト量選定部 1 3 0の処理（ステップS 1 3 0）の詳細な処理フロー例を示す。シフト量選定部 1 3 0は、フレームシフト量保持バッファ 1 4 0から直前のフレームのシフト量 S_{j-1} を、シフト量候補算出部 1 2 0からシフト量候補 Eを読み込む（S 1 3 0 1）。 $S_{j-1} > E$ を確認する（S 1 3 0 2）。Noの場合には $S_{j-1} +$
 $< E$ を確認する（S 1 3 0 3）。ここで、はあらかじめ決めておく閾値である。ステップS 1 3 0 2とS 1 3 0 3とがともにNoの場合には、直前のフレームのシフト量 S_{j-1} を現フレームのシフト量 S_j とする（S 1 3 0 4）。また、ステップS 1 3 0 2とS 1 3 0 3のどちらかがYesの場合には、シフト量候補 Eを現フレームのシフト量 S_j とする（S 1 3 0 5）。 20

【0015】

はシフト量の揺らぎが一定以上になった場合にのみシフト量を変化させるようにするための閾値で、たとえばあらかじめ3に設定しておく。 = 3の場合には、当該フレームの最大振幅を分析して得られたシフト量候補 Eが、前のフレームのシフト量 S_{j-1} より小さくなるか、もしくは $S_{j-1} + 3$ よりも大きい値となった場合にのみシフト量を変化させることに相当する。

このようにフレームのシフト量 S_j を決定することで、頻繁なシフト量の変化がなくなり、フレーム間予測を用いて圧縮符号化する場合の圧縮率を向上することができる。

【0016】

[変形例1]

第2実施形態では、シフト量決定部 1 1 0のシフト量選定部 1 3 0は、図14に示したように、閾値をあらかじめ決めておき、直前のフレームのシフト量と現フレームのシフト量候補との差が閾値以内であれば現フレームのシフト量を直前のフレームと同じにした。本変形例では、シフト量決定部 1 1 0のシフト量選定部 1 3 0は、直前のフレームのシフト量から現フレームのシフト量候補までの各シフト量での符号化後のデータ量を計算して、最もデータ量が少ないシフト量を現フレームのシフト量とする。 30

【0017】

図15にステップS 1 3 0の代わりとなるシフト量選定部 1 3 0の処理フロー（ステップS 1 3 0'）を示す。シフト量選定部 1 3 0は、フレームシフト量保持バッファ 1 4 0から直前のフレームのシフト量 S_{j-1} を、シフト量候補算出部 1 2 0からシフト量候補 Eを読み込む（S 1 3 0 1）。 $S_{j-1} > E$ を確認する（S 1 3 0 2）。ステップS 1 3 0 2がNoの場合には、 D_{min} を無限大、iを直前のフレームのシフト量 S_{j-1} とする（S 1 3 1 1）。ただし、無限大とは、符号量として取りうる最大の値以上とすればよい。シフト量をiとした場合の整数信号の符号量と誤差信号の符号量とを求め、統合した場合の符号化データの符号量 D_i を求める（S 1 3 1 2）。 D_{min} が D_i よりも大きいかを確認する（S 1 3 1 3）。 D_{min} が D_i よりも大きい場合は、 D_i を D_{min} 、iを i_{min} とする（S 1 3 1 4）。 D_{min} が D_i 以下の場合にはステップS 1 3 1 5に進む。i < Eであることを確認する（S 1 3 1 5）。ステップS 1 3 1 5がYesの場合意は、iにi + 1を代入する（S 1 3 1 6）。ステップS 1 3 1 5がNoの場合には、シフト量 S_j を i_{min} とする（S 1 3 1 7）。ステップS 1 3 0 2がYesの場合に 40 50

は、シフト量 S_j をシフト量候補 E とする (S 1 3 0 5)。

このように処理すると、処理の時間はかかるが、確実に符号量の少ないシフト量を選定することができる。

【 0 0 1 8 】

[変形例 2]

本変形例では、シフト量決定部 1 1 0 のシフト量選定部 1 3 0 は、過去の N 個 (N は 2 以上の整数) のフレームのシフト量を記録しておく。シフト量候補が、過去の N 個のフレームのシフト量の中で、 n 番目 (n は、1 以上 N 未満の整数) に小さいシフト量以下、かつ直前のフレームのシフト量以上の場合には、直前のフレームのシフト量を現フレームのシフト量とする。シフト量候補が、過去の N 個のフレームのシフト量の中で、 n 番目 (n は、1 以上 N 未満の整数) に小さいシフト量より大きい場合、または直前のフレームのシフト量より小さい場合には、シフト量候補を現フレームのシフト量とする。

10

【 0 0 1 9 】

図 1 6 にステップ S 1 3 0 の代替りとなるシフト量選定部 1 3 0 の処理フロー (ステップ S 1 3 0 ") を示す。シフト量選定部 1 3 0 は、フレームシフト量保持バッファ 1 4 0 から過去のフレームのシフト量 S_{j-k} ($k = 1 \sim N$) を、シフト量候補算出部 1 2 0 からシフト量候補 E を読み込む (S 1 3 2 1)。ただし、 N は 2 以上の整数である。閾値を N 個の過去のシフト量の中で、 n 番目に小さいシフト量とする (S 1 3 2 2)。 $S_{j-1} > E$ を確認する (S 1 3 0 2)。 $N=0$ の場合には $< E$ を確認する (S 1 3 2 3)。ステップ S 1 3 0 2 と S 1 3 2 3 とがともに $N=0$ の場合には、直前のフレームのシフト量 S_{j-1} を現フレームのシフト量 S_j とする (S 1 3 0 4)。また、ステップ S 1 3 0 2 と S 1 3 2 3 のどちらかが Yes の場合には、シフト量候補 E を現フレームのシフト量 S_j とする (S 1 3 0 5)。

20

【 0 0 2 0 】

本実施形態では、閾値をあらかじめ決めておくのではなく、過去のシフト量から求めている。したがって、入力信号の特徴を考慮して閾値を変更することができる。

【 0 0 2 1 】

[第 3 実施形態]

第 1 実施形態と第 2 実施形態では、符号化対象の範囲をシフトすることで変更していた。これは、整数信号符号化処理では、通常、各サンプルの最上位の 1 より上位にある 0 を無視して符号化することが多いため、上位に 0 の桁が付加されても整数信号符号化処理の圧縮効率は悪くならないことを想定した処理である。

30

【 0 0 2 2 】

その他の方法として、フレーム内のサンプルの最下位桁を含む N 桁 (N は正の整数) の全てのビットが 0 の場合、最下位桁を含む N 桁を削除する方法がある。この方法によれば、例えば、整数信号符号化処理において、最上位の 1 より上位にある 0 を含めて符号化を行う場合でも、整数信号符号化部の圧縮効率を良くすることができる。

図 1 7 は、シフト量を求める代わりに削除量を求める削除量算出部 3 2 0 と、シフト処理の代わりに削除処理を行う整数信号削除処理部 3 3 0 を備える符号化処理部 3 0 0 の機能構成例を示す図である。

40

【 0 0 2 3 】

本実施形態では、削除量を求めているが、その求め方は第 1 実施形態や第 2 実施形態のシフト量を求める方法と同一でよい。単純にシフトする代わりに、全てのビットが 0 の桁を削除するだけである。

また、復号化処理部側では、シフト量の代わりに削除量を受取ることになるので、逆シフト処理を行う代わりに、全てのビットが 0 の桁を付加する処理に変わるだけである。

【 0 0 2 4 】

[変形例]

図 1 8 に、第 3 実施形態の変形例を示す。削除処理を整数信号削除処理部 3 3 0 で行うのではなく、整数信号符号化部 3 4 0 で行うよう変形したものである。

50

【 0 0 2 5 】

[第 4 実施形態]

第 1 実施形態の整数信号符号化部 8 4 0 は、図 1 に示した従来技術であった。本実施形態では、直前のフレームのシフト量を考慮した整数信号符号化部を用いる。図 1 9 に、本実施形態の符号化処理部の機能構成を示す。図 7 に示した符号化処理部 4 0 0 との違いは、整数信号符号化部 2 4 0 である。

【 0 0 2 6 】

図 2 0 に、本実施形態の整数信号符号化部の機能構成例を示す。整数信号符号化部 2 4 0 は、区間分割部 8 4 0 1、線形予測分析部 8 4 0 2、線形予測係数符号化部 8 4 0 3、線形予測係数復号化部 8 4 0 4、フレーム間補正処理部 2 4 0 5、シフト量バッファ 2 4 0 6、逆フィルタ 8 4 0 7、サンプルバッファ 2 4 0 8、残差信号符号化部 8 4 0 9、統合部 (Multiplexer) 8 4 1 0 から構成される。図 1 の整数信号符号化部 8 4 0 との違いは、フレーム間のシフト量の違いを補正するために、フレーム間補正処理部 2 4 0 5、シフト量バッファ 2 4 0 6 が追加されたことと、サンプル値をシフトできるサンプルバッファ 2 4 0 8 としたことである。なお、線形予測分析部 8 4 0 2 でも、線形予測分析に直前のフレームの最後の P サンプルを用いてもよい。この場合には、図 8 中に点線で示しているように、サンプリングバッファ 2 4 0 8 から後述するシフト量を現フレームのシフト量にあわせた直前のフレームの最後の P サンプルの値を受け取る。

【 0 0 2 7 】

図 2 1 に、整数信号符号化部 2 4 0 の処理フローを示す。あらかじめ、シフト量バッファ 2 4 0 6 とサンプルバッファ 2 4 0 8 を初期化 (直前のフレーム情報がない状態) しておく。区間分割部 8 4 0 1 は、入力された整数信号のフレーム単位のデジタルのサンプリング値の列をさらに細かく分割し、サブフレーム化する (S 8 4 0 1)。ただし、サブフレーム化しない場合には、区間分割部 8 4 0 1 は不要である。以下でも、サブフレーム化も含めてフレーム化と表現する。線形予測分析部 8 4 0 2 は、フレーム化された入力整数信号について線形予測のための分析を行い、P 個の線形予測係数 ($a_1 \sim a_p$) を出力する (S 8 4 0 2)。ここで、線形予測係数の次数を P とする。線形予測係数符号化部 8 4 0 3 は、線形予測分析部 8 4 0 2 の結果にしたがって線形予測係数を符号化し、予測係数符号を出力する (S 8 4 0 3)。線形予測係数復号化部 8 4 0 4 は、線形予測係数符号化部 8 4 0 3 からの出力を復号化し、P 次の量子化済線形予測係数 ($a_1^{\wedge} \sim a_p^{\wedge}$) を出力する (S 8 4 0 4)。本例では、線形予測係数符号化部 8 4 0 3 からの出力を線形予測係数復号化部 8 4 0 4 で復号化して、量子化済線形予測係数を得る構成としている。しかし、線形予測係数復号化部 8 4 0 4 を無くし、線形予測係数符号化部 8 4 0 3 から予測係数符号とそれに対応する量子化済線形予測係数を得る構成としてもよい。フレーム間補正処理部 2 4 0 5 は、現在のフレームのシフト量 S_j をシフト量算出部 8 2 0 から受け取る (S 2 4 0 5 1)。フレーム間補正処理部 2 4 0 5 は、シフト量バッファ 2 4 0 6 に現フレームのシフト量 S_j を記録し、シフト量バッファ 2 4 0 6 から直前のフレームのシフト量 S_{j-1} を読み出す (S 2 4 0 6)。フレーム間補正処理部 2 4 0 5 は、シフト量の違い $S_j - S_{j-1}$ を計算し、サンプルバッファ 2 4 0 8 が保持する直前のフレームの最後の P 個のサンプルを、 $S_j - S_{j-1}$ だけ右または左にシフトする (補正する) (S 2 4 0 5 2)。右シフトか左シフトかは、シフト量算出方法で右シフトを正の方向と定義するのか左シフトを正の方向と定義するのかが決まる。この補正により、直前のフレームのシフト量が現フレームのシフト量と異なる場合でも、現フレームの最初のサンプルの線形予測に用いる直前のフレームの最後の P 個のサンプルの値 ($y_{-1} \sim y_{-p}$) は、現フレームと同じシフト量のサンプル値 ($y'_{-1} \sim y'_{-p}$) となる。なお、現フレームが、先頭フレームかランダムアクセスフレーム (RA フレーム: 過去のフレームからの予測を用いないフレーム) の場合には直前のフレームのシフト量もサンプル値も存在しない。対応方法としては、初期化で直前のフレームの最後の P 個のサンプルの値 ($y_{-1} \sim y_{-p}$) として 0 を代入しておく方法や、先頭フレームかランダムアクセスフレームの場合にはシフト量の変更処理を行わない方法などがある。ただし、これらに限る必要はない。

【 0 0 2 8 】

逆フィルタ 8 4 0 7 は、現フレームのサンプル値の少なくとも最後の P サンプルを、サンプルバッファ 2 4 0 8 に保持する。また、直前のフレームの最後の P 個のサンプル値をサンプルバッファ 2 4 0 8 から読み出す (S 2 4 0 8)。逆フィルタ 8 4 0 7 は、予測係数符号で伝達される信号を、線形予測係数復号化部 8 4 0 4 から出力された P 次の量子化済線形予測係数 ($a_1^{\wedge} \sim a_p^{\wedge}$) およびサンプルバッファ 2 4 0 8 から読み出した直前のフレームの最後の P 個のサンプル値と現フレームのサンプル値を用いて計算する。具体的には、信号の現フレームの i 番目のサンプルの予測値は、現在のフレームの量子化済線形予測係数 ($a_1^{\wedge} \sim a_p^{\wedge}$)、直前のフレームのサンプル値 ($y'_{i-1} \sim y'_{i-p}$) と現フレームのサンプル値 ($y_1 \sim y_{i-1}$) を用いて、次のように計算される。

10

【 0 0 2 9 】

【 数 1 】

$$\begin{cases} - \left(\sum_{k=1}^{P-i+1} \hat{a}_{k+i-1} \cdot y'_{-k} + \sum_{k=i}^{i-1} \hat{a}_k \cdot y_{i-k} \right) & (1 \leq i \leq P) \\ - \sum_{k=i}^P \hat{a}_k \cdot y_{i-k} & (P < i) \end{cases}$$

逆フィルタ 8 4 0 7 は、さらに、入力整数信号 y_i から復元した予測係数符号で伝達される信号を減算し、残差信号 r_i を出力する (S 8 4 0 7)。したがって、残差信号 r_i は、次式のようになる。

20

【 0 0 3 0 】

【 数 2 】

$$r_i = \begin{cases} y_i + \left(\sum_{k=1}^{P-i+1} \hat{a}_{k+i-1} \cdot y'_{-k} + \sum_{k=i}^{i-1} \hat{a}_k \cdot y_{i-k} \right) & (1 \leq i \leq P) \\ y_i + \sum_{k=i}^P \hat{a}_k \cdot y_{i-k} & (P < i) \end{cases}$$

30

残差信号符号化部 8 4 0 9 は、逆フィルタ 8 4 0 7 から出力された残差信号 r_i を符号化し、残差符号を出力する (S 8 4 0 9)。統合部 (Multiplexer) 8 4 1 0 は、線形予測係数符号化部 8 4 0 3 が出力した予測係数符号と残差信号符号化部 8 4 0 9 が出力した残差符号とを統合して整数信号符号として出力する (S 8 4 1 0)。

図 2 2 に、本実施形態の復号化処理部の機能構成例を示す。図 1 0 に示した復号化処理部 7 0 0 との違いは、整数信号復号化部 6 2 0 である。

【 0 0 3 1 】

図 2 3 に本実施形態の整数信号復号化部の機能構成例を示す。また、図 2 4 に整数信号復号化部 6 2 0 の処理フローを示す。整数信号復号化部 6 2 0 は、分割部 (Demultiplexer) 9 2 0 1、線形予測係数復号化部 9 2 0 2、残差信号復号化部 9 2 0 3、フレーム間補正処理部 6 2 0 4、シフト量バッファ 6 2 0 5、サンプルバッファ 6 2 0 6、合成フィルタ 9 2 0 7 から構成される。図 3 の従来の整数信号復号化部 9 2 0 との違いは、フレーム間補正処理部 6 2 0 4 とシフト量バッファ 6 2 0 5 が追加された点と、サンプルバッファ 6 2 0 6 がサンプル値のシフト量を変更できる点である。

40

【 0 0 3 2 】

整数信号復号化部 6 2 0 では、あらかじめ、シフト量バッファ 6 2 0 5 とサンプルバッファ 6 2 0 6 を初期化 (直前のフレーム情報がない状態) にしておく。分割部 (Demultiplexer) 9 2 0 1 が、符号化されたデータを受信、蓄積し、予測係数符号と残差符号とに分割する (S 9 2 0 1)。線形予測係数復号化部 9 2 0 2 は、予測係数符号を復号化し、

50

P個の線形予測係数 ($a_1 \sim a_p$) を出力する (S9202)。残差信号復号化部9203は、残差符号を復号化し、残差信号 r_i を出力する (S9203)。一方、フレーム間補正処理部6204は、現フレームのシフト量 S_j を分割部 (Demultiplexer) 9201または他の通信手段から受信する (S62041)。フレーム間補正処理部6204は、現フレームのシフト量をシフト量バッファ6205に保存するとともに、シフト量バッファ6205から直前のフレームのシフト量 S_{j-1} を読み出す (S6205)。フレーム間補正処理部6204は、シフト量の違い $S_j - S_{j-1}$ を計算し、サンプルバッファ6202に保持されている直前のフレームの最後のP個のサンプル値 ($y_{-1} \sim y_{-p}$) を、 $S_j - S_{j-1}$ だけ右または左にシフトする (補正する) (S62042)。右シフトか左シフトかは、前述のとおりシフト量算出方法で右シフトを正の方向と定義するのか左シフトを正の方向と定義するのかが決まる。この補正により、直前のフレームのシフト量が現フレームのシフト量と異なる場合でも、現フレームの最初のサンプルの線形予測に用いる前フレームの最後のP個のサンプルの値 ($y_{-1} \sim y_{-p}$) は、現フレームと同じシフト量のサンプル値 ($y'_{-1} \sim y'_{-p}$) となる。なお、現フレームが、先頭フレームかランダムアクセスフレームの場合には直前のフレームのシフト量もサンプル値も存在しない。対応方法としては、初期化で直前のフレームの最後のP個のサンプルの値 ($y_{-1} \sim y_{-p}$) として0を代入しておく方法や、先頭フレームかランダムアクセスフレームの場合にはシフト量の変更処理を行わない方法などがある。ただし、これらに限る必要はない。

10

【0033】

20

合成フィルタ9207は、現フレームのサンプル値の少なくとも最後のPサンプルを、サンプルバッファ6206に保持する。また、直前のフレームの最後のP個のサンプル値をサンプルバッファ6206から読み出す (S6206)。合成フィルタ9207は、線形予測係数復号化部9202が出力した量子化済線形予測係数 ($\hat{a}_1 \sim \hat{a}_p$)、サンプルバッファ9206に保持され、フレーム間補正処理部6204によって補正された直前フレームのサンプル値 ($y'_{-1} \sim y'_{-p}$) と現フレームのサンプル値 ($y_1 \sim y_i$)、残差信号 r_i を用いて、次式のように整数信号 y_i を合成する (S9207)。

【0034】

【数3】

$$y_i = \begin{cases} - \left(\sum_{k=1}^{P-i+1} \hat{a}_{k+i-1} \cdot y'_{-k} + \sum_{k=i}^{i-1} \hat{a}_k \cdot y_{i-k} \right) + r_i & (1 \leq i \leq P) \\ \left(- \sum_{k=i}^P \hat{a}_k \cdot y_{i-k} \right) + r_i & (P < i) \end{cases}$$

30

このように、直前のフレームのシフト量と符号化対象のフレームのシフト量とを考慮して線形予測符号化のフレーム間予測を行うので、効率的に符号化でき、符号量を少なくすることができる。

なお、上記の実施形態はコンピュータに、上記方法の各ステップを実行させるプログラムを読み込ませ、実施することもできる。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。

40

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】従来の整数信号符号化部の機能構成例を示す図。

【図2】従来の整数信号符号化部の処理フローを示す図。

【図3】従来の整数信号復号化部の機能構成例を示す図。

【図4】従来の整数信号復号化部の処理フローを示す図。

50

- 【図5】従来の方法の問題点を説明する図。
- 【図6】本発明を適用した場合の符号化のイメージを示す図。
- 【図7】第1実施形態の符号化処理部の機能構成を示す図。
- 【図8】符号化処理部400の処理フローを示す図。
- 【図9】シフト量算出部420のシフト量決定ステップ(S420)の詳細を示す図。
- 【図10】第1実施形態の復号化処理部の機能構成を示す図。
- 【図11】復号化処理部700の処理フローを示す図。
- 【図12】第2実施形態の符号化処理部の機能構成例を示す図。
- 【図13】シフト量決定部110の処理フロー(ステップS110)を示す図。
- 【図14】シフト量選定部130の処理ステップ(S130)の詳細を示す図。
- 【図15】ステップS130の代わりとなるシフト量選定部130の処理フロー(S130')
- 【図16】ステップS130の代わりとなるシフト量選定部130の処理フロー(S130'')
- 【図17】第3実施形態の符号化処理部の機能構成例を示す図。
- 【図18】第3実施形態の変形例の符号化処理部の機能構成例を示す図。
- 【図19】第4実施形態の符号化処理部の機能構成を示す図。
- 【図20】第4実施形態の整数信号符号化部の機能構成例を示す図。
- 【図21】整数信号符号化部240の処理フローを示す図。
- 【図22】第4実施形態の復号化処理部の機能構成例を示す図。
- 【図23】第4実施形態の整数信号復号化部の機能構成例を示す図。
- 【図24】整数信号復号化部620の処理フローを示す図。

10

20

【図1】

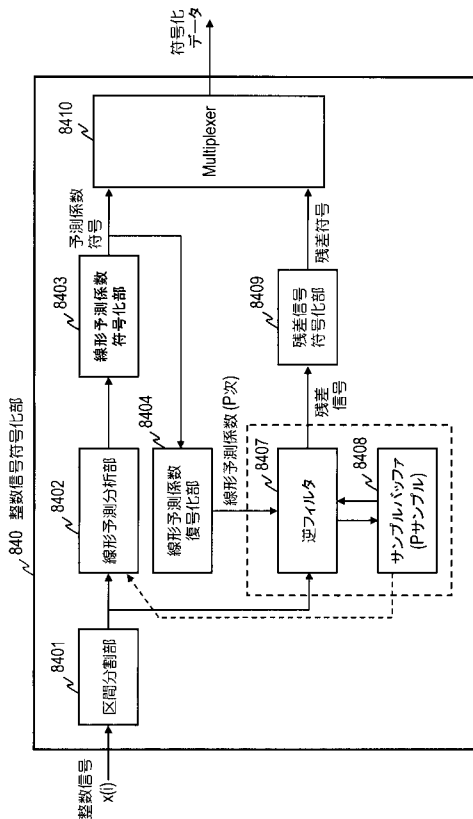


図1

【図2】

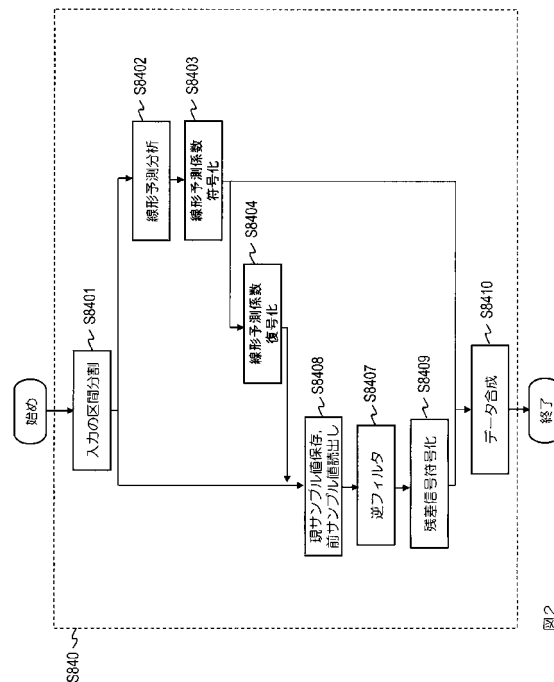


図2

【 図 3 】

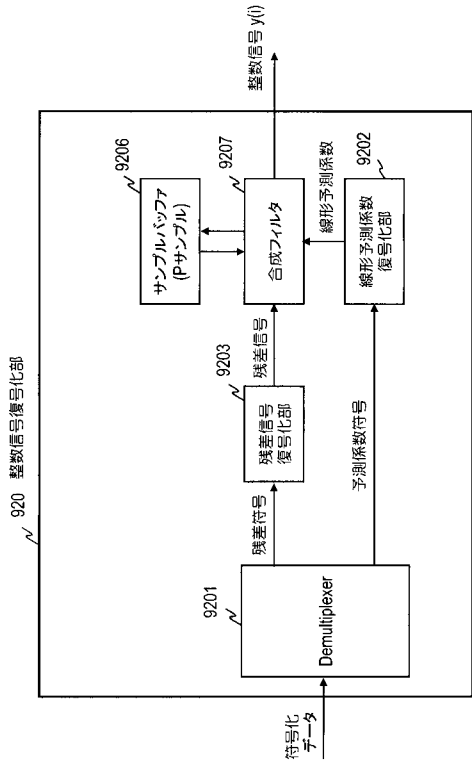


図3

【 図 4 】

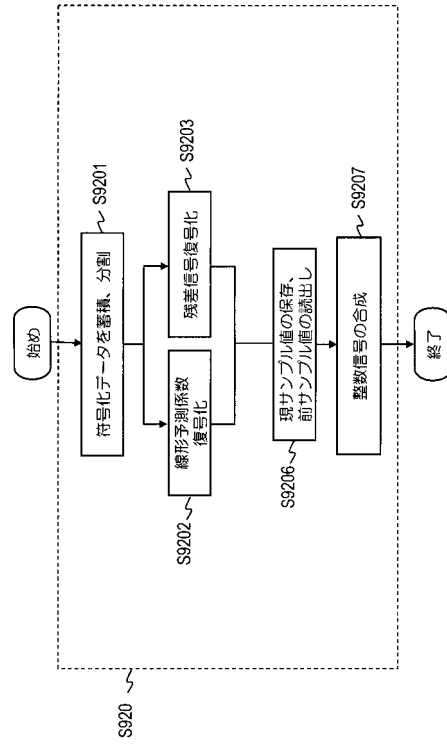


図4

【 図 5 】

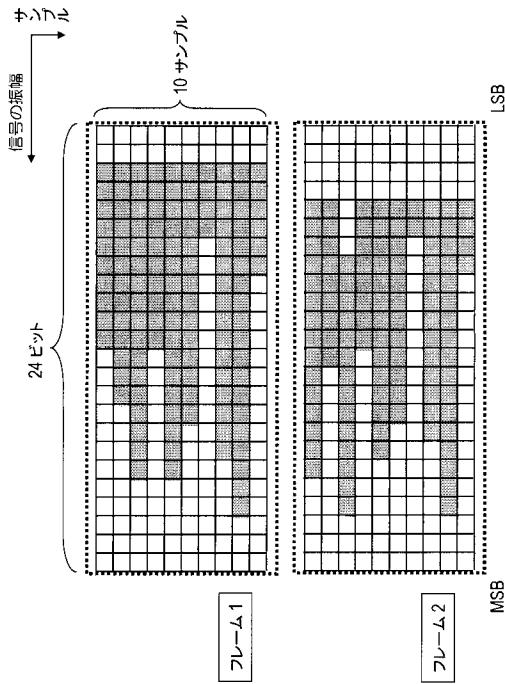


図5

【 図 6 】

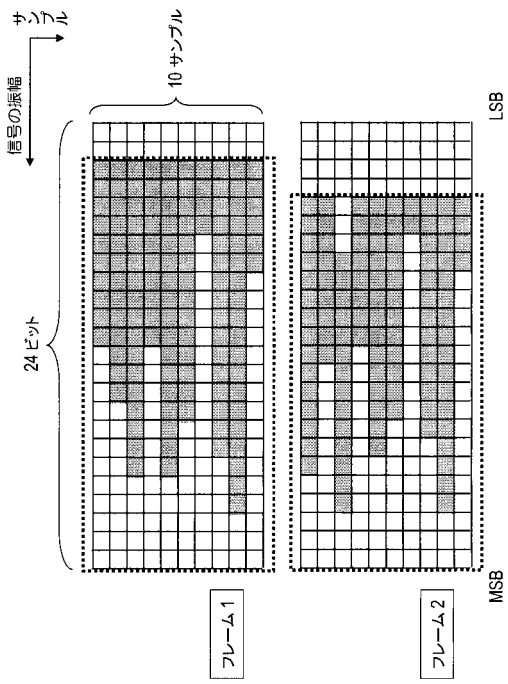


図6

【 図 7 】

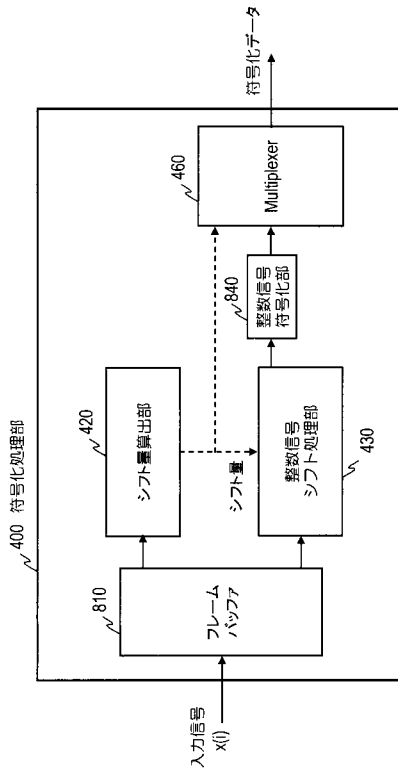


図7

【 図 8 】

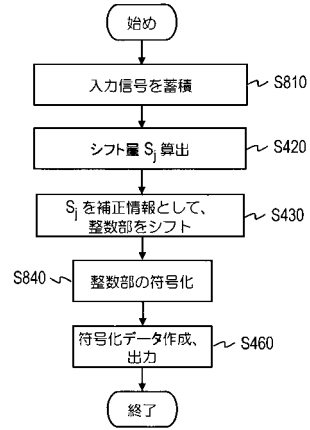


図8

【 図 9 】

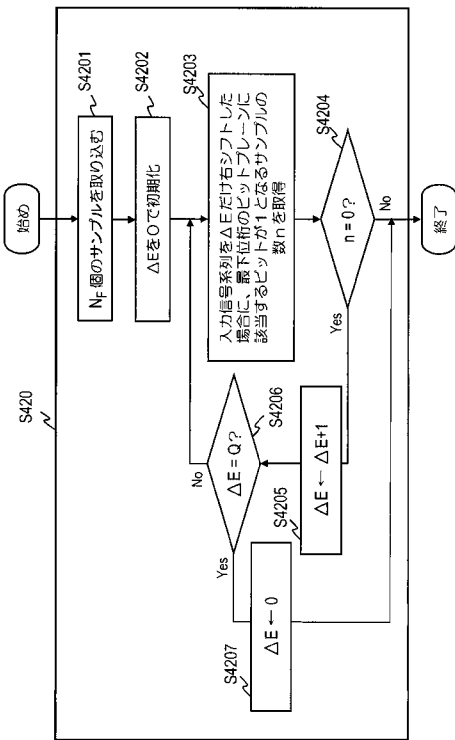


図9

【 図 10 】

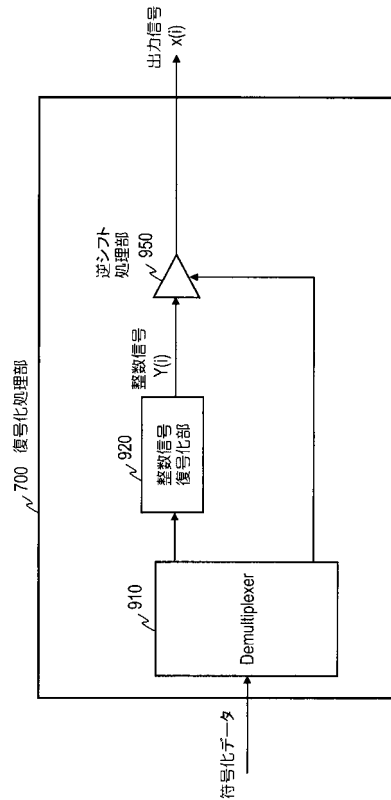


図10

【 図 1 1 】

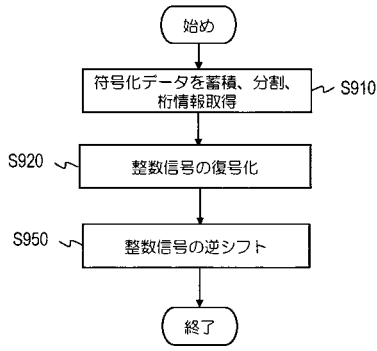


図 1 1

【 図 1 2 】

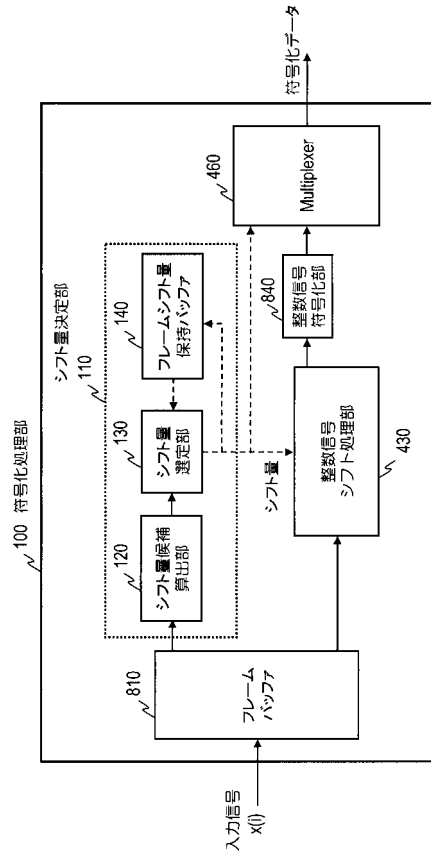


図 1 2

【 図 1 3 】

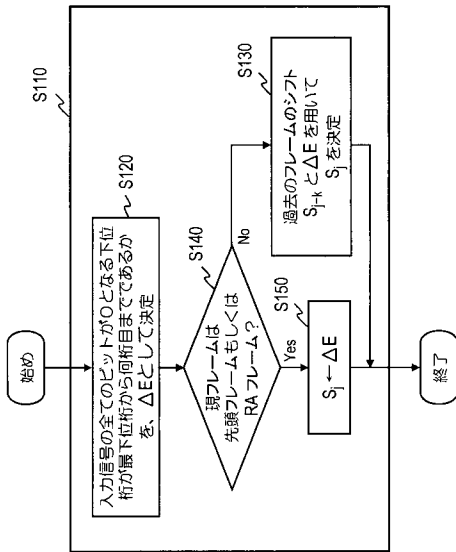


図 1 3

【 図 1 4 】

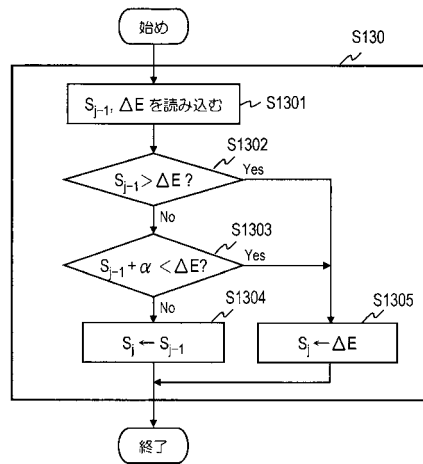


図 1 4

【 図 15 】

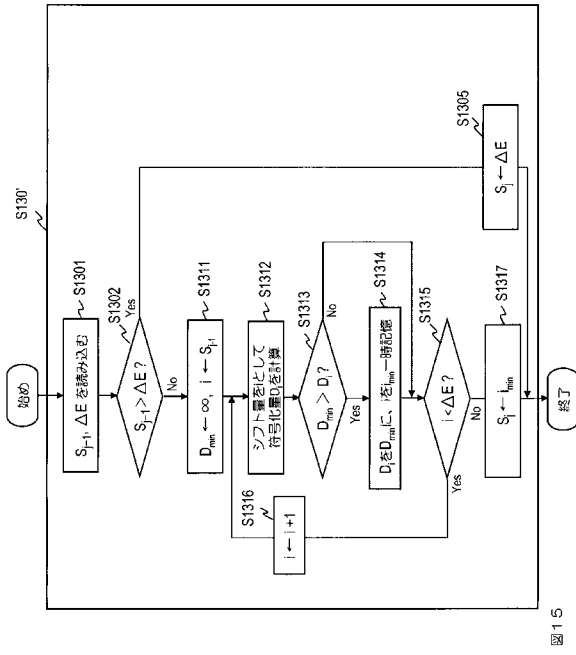


図 15

【 図 16 】

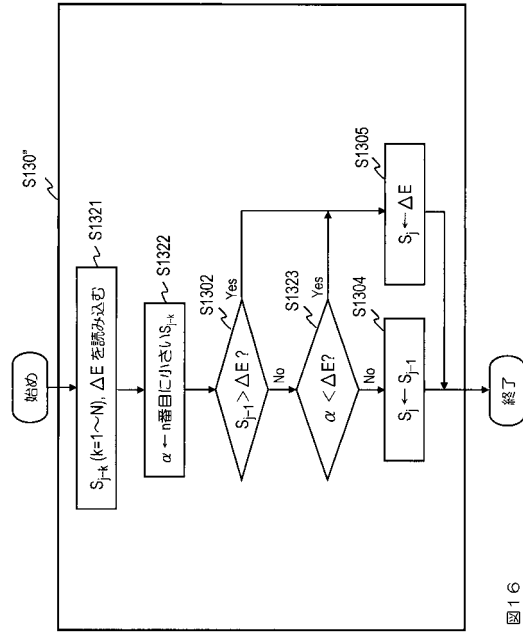


図 16

【 図 17 】

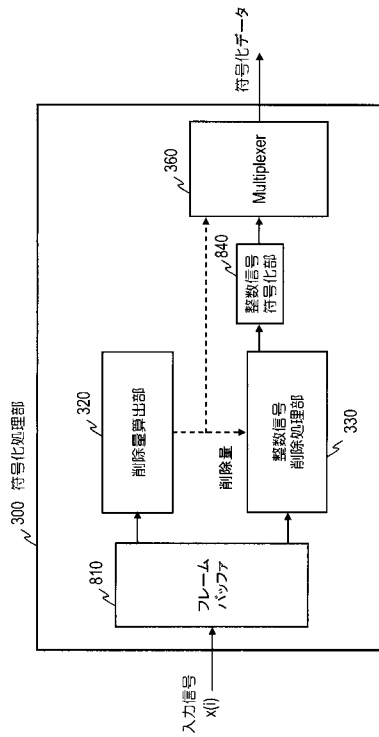


図 17

【 図 18 】

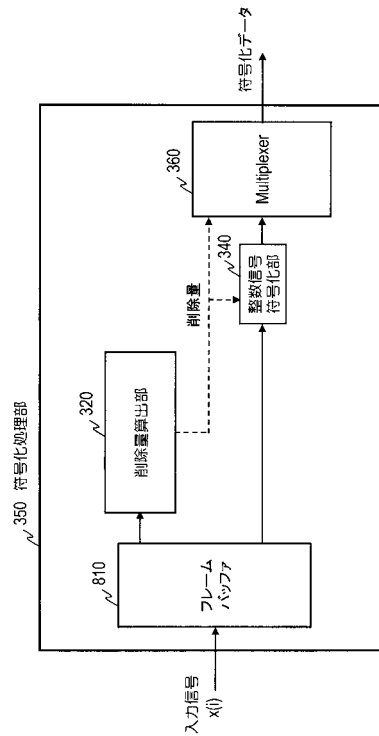


図 18

【図19】

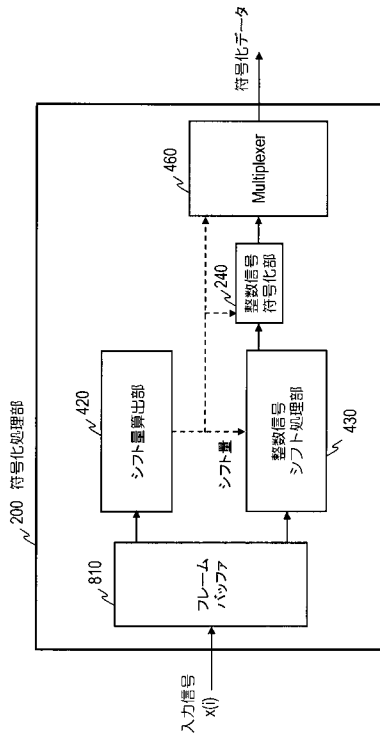


図19

【図20】

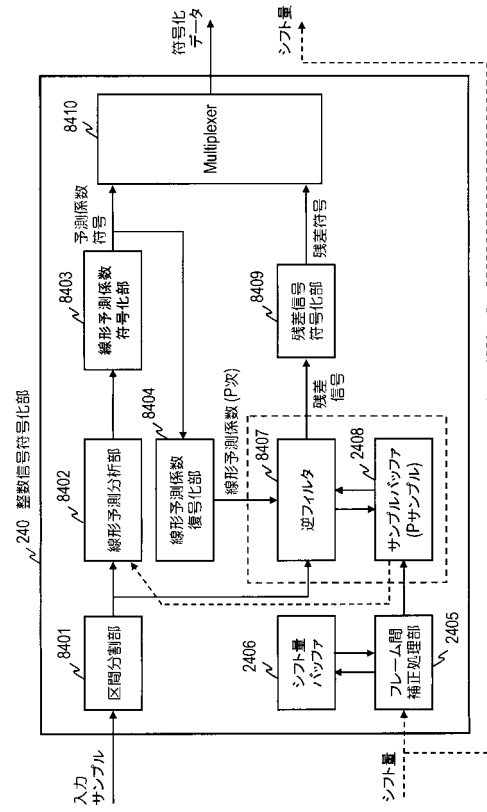


図20

【図21】

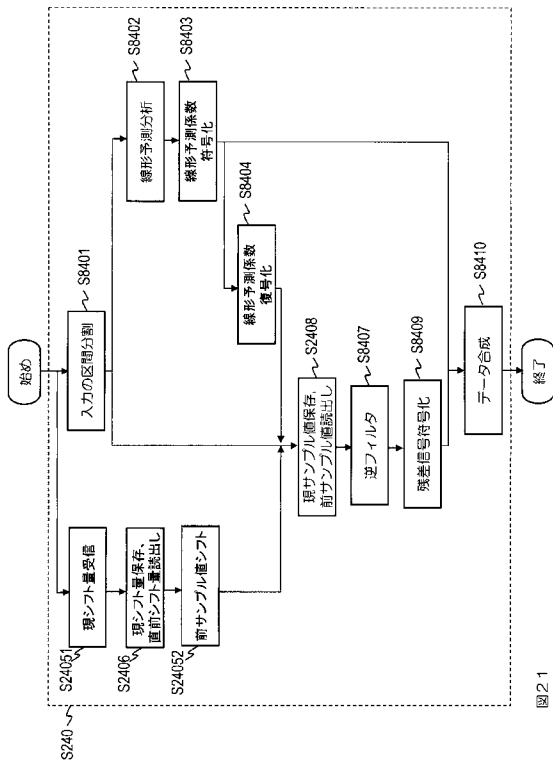


図21

【図22】

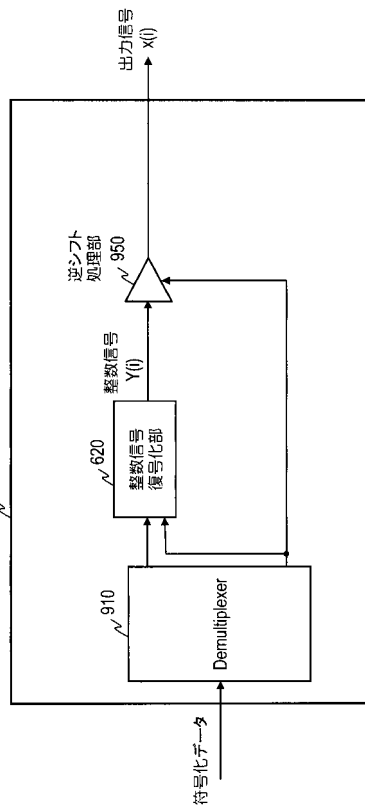


図22

【図23】

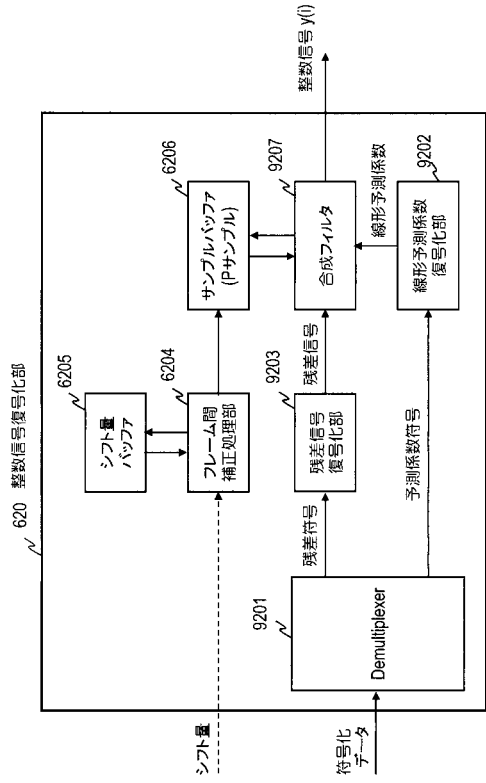


図23

【図24】

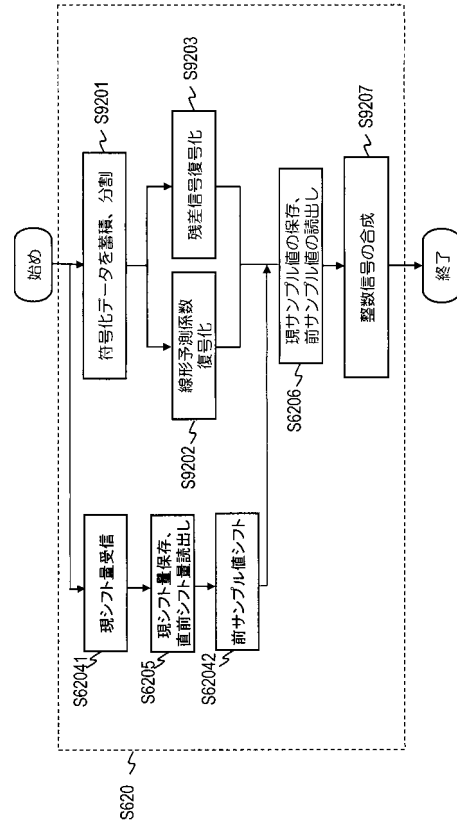


図24

フロントページの続き

審査官 北村 智彦

- (56)参考文献 特開2003-332914(JP,A)
特開2007-006337(JP,A)
国際公開第2004/114527(WO,A1)
国際公開第2004/098066(WO,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H03M3/00-11/00
G10L 19/14