

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

**特許第3747067号**  
**(P3747067)**

(45) 発行日 平成18年2月22日(2006.2.22)

(24) 登録日 平成17年12月2日(2005.12.2)

(51) Int. Cl.			F I		
<b>HO3M</b>	<b>7/30</b>	<b>(2006.01)</b>	HO3M	7/30	A
<b>HO4N</b>	<b>1/41</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4N	1/41	B
<b>G1OL</b>	<b>19/02</b>	<b>(2006.01)</b>	G1OL	7/04	G
<b>HO4N</b>	<b>7/30</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4N	7/133	Z

請求項の数 4 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願平9-530750	(73) 特許権者	コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ
(86) (22) 出願日	平成9年2月13日(1997.2.13)		オランダ国 5621 ベーアー アイン
(65) 公表番号	特表平11-504784		ドーフエン フルーネヴァウツウェッハ
(43) 公表日	平成11年4月27日(1999.4.27)		1
(86) 国際出願番号	PCT/IB1997/000125	(74) 代理人	弁理士 杉村 興作
(87) 国際公開番号	W01997/032402		
(87) 国際公開日	平成9年9月4日(1997.9.4)	(74) 代理人	弁理士 富田 典
審査請求日	平成16年2月10日(2004.2.10)		
(31) 優先権主張番号	96200494.1	(74) 代理人	弁理士 杉村 純子
(32) 優先日	平成8年2月27日(1996.2.27)		
(33) 優先権主張国	オランダ(NL)	(74) 代理人	弁理士 徳永 博

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 信号の符号化及び復号化方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の重ね合わさった変換を第1シリーズの信号のサンプルに行うとともに、第2の重ね合わさった変換を第2シリーズの信号サンプルに行い、前記第1及び第2の重ね合わさった変換を、第1及び第2の基本関数によってそれぞれ規定するステップを具える信号の変換符号化方法において、

前記第1シリーズの信号のサンプルから前記第2シリーズの信号のサンプルまでの遷移を形成する信号サンプルに中間変換を行うステップと、

前記中間変換の基本関数の周波数スペクトルが前記第1及び第2基本関数の周波数スペクトルに類似するように、前記中間変換の基本周波数を決定するステップと、

前記中間変換の基本関数が前記第1及び第2基本関数の周波数スペクトルにどの程度類似しているかを表す重み付け係数を規定するステップと、

前記重み付け係数を、符号化された信号に収容するステップとを具えることを特徴とする信号の変換符号化方法。

【請求項2】

第1の重ね合わさった変換を第1シリーズのサンプルに行うとともに、第2の重ね合わさった変換を第2シリーズのサンプルに行い、前記第1及び第2の重ね合わさった変換を、第1及び第2の基本関数によってそれぞれ規定する変換符号化信号の復号化方法において、

前記中間変換の基本関数が前記第1及び第2基本関数の周波数スペクトルにどの程度類似

しているかを表す重み付け係数を受信するステップと、  
前記中間変換の基本関数を前記重み付け係数から取得するステップと、  
前記第1シリーズのサンプルから前記第2シリーズのサンプルへの遷移を形成する信号サンプルを復号化するために、前記中間変換を前記信号サンプルに行うステップとを具えることを特徴とする変換符号化信号の復号化方法。

【請求項3】

第1の重ね合わさった変換を第1シリーズの信号のサンプルに行うとともに、第2の重ね合わさった変換を第2シリーズの信号サンプルに行い、前記第1及び第2の重ね合わさった変換を、第1及び第2の基本関数によってそれぞれ規定する変換手段を具える信号送信装置において、

10

変換制御手段を具え、その変換制御手段が、  
前記第1シリーズの信号のサンプルから前記第2シリーズの信号のサンプルまでの遷移を形成する信号サンプルに中間変換を行うように前記変換手段を制御し、  
前記中間変換の基本関数の周波数スペクトルが前記第1及び第2基本関数の周波数スペクトルに類似するように、前記中間変換の基本周波数を決定し、  
前記中間変換の基本関数が前記第1及び第2基本関数の周波数スペクトルにどの程度類似しているかを表す重み付け係数を規定し、  
前記重み付け係数を、符号化された信号に収容することを特徴とする信号の変換符号化装置。

【請求項4】

20

第1の重ね合わさった変換を第1シリーズのサンプルに行うとともに、第2の重ね合わさった変換を第2シリーズのサンプルに行い、符号化された信号を信号サンプルに変換する変換手段を具える変換符号化信号の復号化装置において、  
変換制御手段を具え、その変換制御手段が、  
前記中間変換の基本関数が前記第1及び第2基本関数の周波数スペクトルにどの程度類似しているかを表す重み付け係数を受信し、  
前記中間変換の基本関数を前記重み付け係数から取得し、  
前記第1シリーズのサンプルから前記第2シリーズのサンプルへの遷移を形成する信号サンプルを復号化するために、前記中間変換を前記信号サンプルに行うことを特徴とする変換符号化信号の復号化装置。

30

【発明の詳細な説明】

発明の分野

本発明は、重なり合わさった変換によって画像又は音声信号のような信号を符号化し及び復号化する方法及び装置に関するものである。より詳しくは、本発明は、相違する変換を画像又は音声信号の相違するセグメントに対して用いる方法及びシステムに関するものである。

発明の背景

画像又は音声信号を変換することにより、信号のサンプルは係数に変換される。この係数は、伝送された後、画像又は音声信号のサンプルを再構成するために逆変換される。送信端の順変換及び受信端の逆変換は、変換行列によって規定される。

40

画像符号化で広く用いられる離散余弦変換(DCT)のような重なり合わない変換において、Lサンプルのシリーズは、同数の係数に変換される。係数の各シリーズから、サンプルの対応するシリーズを、受信端の逆変換によって再構成することができる。順変換行列及び逆変換行列は、 $L * L$ 要素のディメンションを有する。

重なり合わされた変換において、信号のサンプルのオーバーラップしたシリーズは、サンプル数よりも少ない数の係数に変換される。例えば、部分的に互いにオーバーラップするLサンプルのシリーズは、M個の係数に変換される。送信端及び受信端の変換行列は、 $M * L$ 要素のディメンションを有する。

信号変換を、フィルタバンク符号化の特別な場合と考えることもできる。例えば、上記重なり合わされた変換を、各々がフィルタ長Lを有するM個のフィルタを具えるフィルタバ

50

ンクによって実行することができる。フィルタ処理された信号は、係数Mによってデシメートされ、これは、フィルタ処理された信号のサンプルが、中間のM - 1個のサンプルが無視されながら、M番目ごとのみ伝送される係数を構成することを意味する。受信端において、M個の係数を、アップサンプルされ(M - 1個の中間サンプルに値零を満たす。)、その後各々がフィルタ長Lを有するM個の補間フィルタに供給する。補間された信号は、その後加算器で合計がとられる。

変換により、入力信号は、基本関数の重み付けされた和に分解され、係数は重み付け係数を構成する。フィルタバンクの補間フィルタの変換マトリックスの行、すなわちインパルス応答関数は、基本関数を構成する。各基本関数は、周波数スペクトルを有する。一般に、基本関数を、各基本関数が全周波数スペクトルの一部を具えるように選定する。

近年、例えば画像信号の特性にตอบสนองして相違するセグメント(例えば、画像の副画像)に相違する変換を行う符号化システムに基づくセグメント化が研究されている。信号の1セグメントに第1変換を行い、それに対して、信号の次のセグメントに対して、相違する第2変換が所望される。相違する変換とは、相違する変換行列サイズだけでなく相違する要素値の同一行列サイズも意味するものと理解すべきである。ある変換から別の変換への切替により、重なり合わさらない変換を用いる伝送システムには何ら問題が生じない。その理由は、実変換が受信端で既知である場合には、サンプルの各シリーズを同数の係数から再構成することができるからである。しかしながら、重なり合わさった変換を用いる伝送システムにおいては問題が生じる。遷移の際の信号サンプルを、複雑にすることなく、相違する変換から得られた係数から再構成することができないからである。同様な問題が、

発明の目的及び要約

本発明の目的は、上記問題を軽減する画像又は音声信号符号化及び復号化方法を提供することである。

本発明によれば、信号の変換符号化方法は、

前記第1シリーズの信号のサンプルから前記第2シリーズの信号のサンプルまでの遷移を形成する信号サンプルに中間変換を行うステップと、

前記中間変換の基本関数の周波数スペクトルが前記第1及び第2基本関数の周波数スペクトルに類似するように、前記中間変換の基本周波数を決定するステップと、

前記中間変換の基本関数が前記第1及び第2基本関数の周波数スペクトルにどの程度類似しているかを表す重み付け係数を規定するステップと、

前記重み付け係数を、符号化された信号に収容するステップとを具えることを特徴とする。

本発明は、次の問題に対する解決を提供する。信号サンプルの第1シリーズから第2シリーズへの遷移を形成するサンプルの変換に対する多数の候補の変換マトリックスが存在することがわかっている。全ての候補が、再構成の滑らかさ、周波数分離の質、エネルギー保持等に関して等しく好適であるとは限らない。したがって、送信器によって結局選択された中間変換は、受信器に送信され、その結果、送信された信号で適合されるべきである。選択された中間変換行列の伝送は、顕著なオーバーヘッドを要求する。その理由は、行列が、複数の浮動小数点数と、重大な再構成誤差が生じるおそれがある小さい偏差とを具えるからである。この問題を、中間変換の基本関数の周波数スペクトルが第1及び第2変換の周波数スペクトルにどの程度類似するかを表す重み付け係数を用いることによって解決する。重み付け係数は、相違する基本関数に対して相違する。例えば、DC係数(最初の順序の基本関数に関連する変換係数)に対して、順番が下の係数に比べて重み付けを大きくする。重み付け係数は受信器に送信される。送信された重み付け係数を用いることにより、受信器は、逆中間変換を計算することができる。

【図面の簡単な説明】

図1は、本発明による画像又は音声信号の伝送システムの第1の実施の形態を示す。

図2は、本発明による画像又は音声信号の伝送システムの他の実施の形態を示す。

図3～11は、図1及び2に示した変換制御回路の動作を説明するための図である。

## 好適な実施の形態の説明

図1は、本発明による画像信号及び音声信号を伝送するシステムの第1の実施の形態を示す。このシステムは、符号化局1と、伝送媒体2と、復号化局3とを具える。伝送媒体を、無線接続又はケーブル接続とすることができるだけでなく、磁気テープ又は光ディスクのような記憶媒体とすることができる。

送信局は、入力信号の順次のサンプル $x_n$ を直列・並列変換するシフトレジスタ4を具える。このシフトレジスタは、入力信号がシフトされる段の数 $L$ 及びサンプルの数 $M$ がプログラム可能であるという意味でプログラム可能である。 $L$ 個の利用できるサンプルに、 $x_1 \dots x_L$ を付す。これらは、変換器5に供給され、ベクトル $x_1 \dots x_L$ に、 $M \times L$ 変換行列 $A$ を乗算する。 $L$ 個の入力サンプルの各変換により、 $M$ 個の係数 $y_1 \dots y_M$ が生じる。量子化及び符号化(図示せず)の後、これらを、マルチプレクサ6を介して伝送媒体に供給する。

10

本発明によれば、相違する変換を、例えば、送信すべきビデオ画像の局所的な特性にตอบสนองして、入力信号の相違するセグメントに対して行う。このために、送信局は、変換器5に対して用いるために実変換マトリックス $A$ を発生させる変換コレクタ7を更に具える。実際の圧縮システムにおいて、変換マトリックスを、複数の予め設定されたマトリックスから一つ選択する。コレクタは、変換選択信号 $TS$ をマルチプレクサ6に供給して、どの変換を送信器で用いるべきかの情報、したがってどの逆変換を受信端で用いるべきかの情報を受信器に提供する。また、コレクタは、プログラム可能なパラメータ $L$ 及び $M$ (すなわち、行列のディメンジョン)をシフトレジスタ4に供給する。

20

受信局3において、デマルチプレクサ8は、受信した係数 $y_1 \dots y_M$ を、 $M$ 個の係数の各シリーズ $y_1 \dots y_M$ に $L \times M$ 行列 $S$ を乗算する逆変換器9に供給する。 $M$ 個の係数の変換により、 $L$ 個の中間サンプル値 $z_1 \dots z_L$ が生じる。オーバーラップした加算回路10において、 $L$ 個のサンプル値の順次のシリーズを、オーバーラップさせて互いに加算して、再構成された信号サンプル $x'_n$ を得る。

受信局は変換コレクタ11も含み、この変換コレクタは、特に変換選択信号 $TS$ を受信し、それにตอบสนองして、変換器9で使用すべき変換マトリックス $S$ を選択する。さらに、変換コレクタは、マトリックス $S$ に関連するパラメータ $L$ 及び $M$ を加算回路10に供給する。今日、信号変換を、マルチレートフィルタバンク符号化の特別の場合とほぼ考えることができる。このようなマルチレートフィルタバンクを、本発明によるシステムの第2の実施の形態として図2に示す。送信局1のフィルタバンクは、 $M$ 個のフィルタ $12a \dots 12m$ を具え、その各々は、フィルタ長 $L$ 及び伝達関数 $H_m(z)$ を有する。フィルタ処理された信号は、ダウンサンプラ $13a \dots 13m$ で係数 $M$ によってデシメートする。これは一般にクリティカルサンプリングと称される。それは、フィルタ処理された信号の $M$ 番目のサンプルの各々のみを、中間の $M-1$ サンプルを無視しながら伝送することを意味する。送信されたサンプルの各々は、係数 $y_m$ ( $m=1 \dots M$ )を表す。量子化及び送信(図示せず)後、係数は、マルチプレクサ6を介して伝送される。

30

送信局は、図1に図示したのと同じの変換コレクタ7を更に具える。このコレクタは、使用すべき(図1の行列 $A$ の要素に対応する)実フィルタ係数 $a_{l,m}$ 、フィルタの数 $M$ 、及びフィルタ長 $L$ を、フィルタ $12a \dots 12m$ に供給する。また、コレクタは、選択信号 $TS$ をマルチプレクサ6に供給して、どのタイプの逆変換を受信端で用いるべきかの情報を受信器に供給する。

40

受信局2において、 $M$ 個の信号が、アップサンプラ $14a \dots 14m$ で(値零の $M-1$ 個の中間サンプルでフィルタ処理するように)アップサンプルされる。次いで、これらが $M$ 個の補間フィルタ $15a \dots 15m$ に供給され、これらフィルタは、フィルタ長 $L$ 及び伝達関数 $F_m(z)$ を有する。補間された信号は、その後加算器16で合計される。変換コレクタ11は、(図1の行列 $S$ の要素に対応する)実フィルタ係数 $s_{l,m}$ 、フィルタの数 $M$ 、及びフィルタ長 $L$ を、フィルタ $15a \dots 15m$ に供給する。

変換(図1)とマルチレートフィルタバンク符号化(図2)との間の類似を洞察すると、本発明の幾つかの態様を得ることができる。例えば、補間フィルタ $F_m(z)$ の長さ $L$ を有

50

するMパルス応答は、 $M * L$ 変換行列SのM行に対応し、フィルタ $H_m(z)$ の長さLを有するMパルス応答は、順序が逆の行列Aの行に対応する。

本発明の態様は、変換コントローラ7及び11の動作にある。これら動作をよりよく理解するために、一般的な信号変換を先ず説明する。1次元の変換に注目する。2次元の変換（例えば、2次元画像ブロック）は一般に分離可能であり、これは、水平方向の第1の1次元の変換及び垂直方向の第2の1次元の変換を実行することによりこれら変換を行うことができることを意味する。

伝送すべき画像又は音声信号は、有限の数Nのサンプル $x_n$ を具える。送信端の順変換により、これらを同数Nの係数 $y_n$ に変換する。これら係数は、送信され及び受信端で逆変換される。順変換及び逆変換は、 $N * N$ 変換行列で規定される。

図1及び2に示した実際のシステムにおいて、入力信号 $x_1 \dots x_N$ は、比較的小さい数Lのサンプルを有するシリーズに分割され、各シリーズに、同一の変換が行われる。この分割により、 $N * N$ 変換マトリックスは、対角線沿いに比較的小さい行列及びそれ以外では零を有するブロック・テープリッツ構造を得る。画像信号のMPEG符号化に用いられる一般的に既知の離散余弦変換(DCT)のような重なり合わない変換において、Lサンプルの連結したシリーズは、 $L * L$ 行列によってL個の係数のシリーズに変換される。受信端において、Lサンプルの各シリーズを、L個の係数の各シリーズから再構成することができる。重なり合った変換において、L個のサンプルのオーバーラップするシリーズは、 $M * L$ 行列によって(Lより小さい)M個の係数のシリーズに変換される。各変換後、入力信号はMサンプルシフトする。 $M * L$ マトリックスは、テープリッツ構造で互いに部分的に重なり合う。サンプルを再構成するために、上記サンプルを具えるサンプルのシリーズに適用される全ての変換の係数を、この場合考慮する。受信したL個の係数の各々から、M個のサンプルを再構成することができる。

図3は、N個のサンプル $x_n$  ( $n = 1 \dots N$ )の重なり合った変換に対する $N * N$ 変換行列30を示す。この行列は、対角線沿いに複数の同一の $M * L$ 行列を具え、これら行列は、互いに部分的に重なり合う。行列20を、定常(stationary)行列と称する。本例において、図3の定常行列20を、6要素( $L = 6$ )の2行( $M = 2$ )を有するものと仮定する。図示したように、この行列を、形式 $[A_2, A_1, A_0]$ で書くことができる。

信号変換とマルチレートフィルタバンク符号化との間の類似の観点から、定常 $M * L$ 行列を、長さLのM個のフィルタを有するフィルタバンクを表すものと仮定することもできる。これらの間では、行列を、フィルタバンク又は短く「フィルタ」とも称する。

図3において、単一定常行列20を、入力信号を変換するのに用いる。第1の定常行列のこれとは相違する第2の行列への切替を後に取り扱う。有限長の入力信号 $x_1 \dots x_N$ の変換を、定常フィルタ20で開始し及び終了することができない。そうでなければ、変換行列30は反転不可能であり、これは、境界のデータサンプルを係数から再構成することができないことを意味する。したがって、いわゆる境界フィルタ21及び22を、入力信号の左右の境界でそれぞれ使用すべきである。本発明の態様は、適切な境界フィルタを見つける問題に関するものである。

#### 境界フィルタ

適切な境界フィルタを見つけるために、入力信号の境界のデータサンプルの再構成を完全に又はほぼ完全に行うことができる境界フィルタを算出する第1動作を説明する。このようにして見つけたフィルタは、符号化効率に対して(すなわち、周波数分離に対して)好適であるとともに、ハードウェアの複雑さに対して好適である。定常フィルタと同様にすることができるこれらフィルタを最適な境界フィルタに変換する第2動作を説明する。先ず、有限入力信号 $x_1$ を、両端で零に拡張されると仮定され、定常変換を、必要な限り拡張された信号に適用する。これを図4に示し、この場合、参照番号20'は、対角線沿いの定常フィルタ20の重複を示す。上記重複を、これらがもはやサンプル $x_1 \dots x_N$ の変換に影響を及ぼさなくなるまで実行する。

直観的には、左側の境界フィルタが図4の23を付した行列にある程度関するものであると予測される。行列23は、サイズ $L - M$ を有し、

10

20

30

40

50

$$\begin{bmatrix} A0 & 0 \\ A1 & A0 \end{bmatrix}$$

で書くことができる。同様に、右側の境界フィルタは、図4の24を付した行列に関するものである。行列24も、サイズL-Mを有し、

$$\begin{bmatrix} A2 & A1 \\ 0 & A2 \end{bmatrix}$$

と書くことができる。行列23及び24それぞれは境界フィルタに適切でない。これは、図4に示した変換行列40が列に比べてL-M多い行を有するということから既に従い、これは、N個の関連のサンプル $x_n$ が必要よりL-M個多い係数 $y_n$ を生じることを意味する。

10

第1動作は、行列23のランク $m_0$ （すなわち、独立行の数）を決定し、上記行を回転（すなわち、直交回転行列Rを乗算）して、 $m_0$ 個の非零行を得ることを意味する。積行列の非零部分にB0を付す。したがって、

$$[R] \times \begin{bmatrix} A0 & 0 \\ A1 & A0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ B0 \end{bmatrix}$$

となる。行列24に適用される同一回転により、 $m_1$ 個の非零行を有する積行列を生じる。上記行列の非零部分にB1を付す。したがって、

20

$$[R] \times \begin{bmatrix} A2 & A1 \\ 0 & A2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

となる。行列Rを、1989年にボルチモア及びロンドンにあるThe John Hopkins University Pressから刊行されたGene H. Golub及びCharles F. van LoanによるMatrix Computationsで与えられるようなプロクルステス(Procrustes)アルゴリズムを用いて演算することができる。

このようにして得られた行列B0及びB1を、境界フィルタバンク21及び22（図3参照）として用いることができる。しかしながら、既に説明したような動作は、独自の解決を与えず、フィルタバンクが周波数分割に関して好適とするのみである。さらに、行列B0及びB1は、ハードウェアの観点から好適でない。その理由は、フィルタの数（ $m_0$ 及び $m_1$ ）は、一般に定常フィルタバンク20のフィルタの数（M）とは異なるからである。

30

定常フィルタが二つのフィルタ（ $M=2$ ）を有する本例において、境界フィルタバンクB0及びB1はそれぞれ、一つ及び三つのフィルタ（ $m_0=1$ 、 $m_1=3$ ）を具える。実際のハードウェアの実現に関して、各境界フィルタバンクのフィルタの数を、Mの整数に選定する。この際、プログラム可能な係数を有する単一フィルタバンクを用いる。このために、十分な数 $s_0$ の直交行及び列を、行列B0に加え、十分な数 $s_1$ の直交行及び列を、行列B1に加える。これを図5に示し、この場合、参照番号25及び26は、このように広げた行列を示す。これらをそれぞれ、

$$\begin{bmatrix} B1 & 0 \\ 0 & I1 \end{bmatrix} \quad \text{及び} \quad \begin{bmatrix} I0 & 0 \\ 0 & B0 \end{bmatrix}$$

40

と書くことができる。ここで、I0をサイズ $s_0$ の恒等行列とし、I1をサイズ $s_1$ の恒等行列とする。数学では、数 $s_0$ 及び $s_1$ を、パディング係数と称する。図5の例において、行列25及び26はそれぞれ、M行及び2M行を有する。これらを、境界フィルタバンクとして用いることができるが、周波数分離の観点からはまだ好適でない。

第2動作において、行列25及び26を、各回転行列R0及びR1を乗算することによって回転して、十分な周波数分離の状態をより満足する境界フィルタバンクを得る。上記境界フィルタバンクに、図6で27及び28を付す。これらを、

$$[R0] \times \begin{bmatrix} I0 & 0 \\ 0 & B0 \end{bmatrix} \text{ 及び } [R1] \times \begin{bmatrix} B1 & 0 \\ 0 & I1 \end{bmatrix}$$

と書くことができる。

これらフィルタは、変換行列の定常部分と同様な周波数分離動作を示す必要がある。本例では、左側の境界フィルタバンク27の二つのフィルタは、周波数分離に関して定常フィルタバンク20の二つのフィルタに類似している。右側の境界フィルタバンク28の四つのフィルタは、(図6で29を付した)二つの連続的に動作した定常フィルタバンク20の四つのフィルタに類似する必要がある。本発明者は、最適な回転行列R0及びR1が境界フィルタと定常フィルタバンクとの間の距離の周波数領域の所定の重み付けされたMSE (平均2乗誤差) に対して存在することを見つけた。R0及びR1の演算を、より一般的な用語で説明する。このために、上記式を、積行列RBを表すために一般化する。同一の数すなわち行を有する所定の定常行列、例えばSの基本関数に(周波数分離に関して)RBの基本関数が最適に類似するように、回転行列Rを見つける必要がある。Rの演算は、多数であるが直接的な演算動作を必要とし、それをここで説明する。

定常行列Sを、周波数領域に要素 $c_{i,j}$ を有する行列 $C = SF$ (Fはフーリエ変換を示す。)にフーリエ変換する。同様に、境界フィルタバンクRBを、周波数領域に要素 $d_{i,j}$ を有する行列 $D = RBF$ にフーリエ変換する。これにより、境界フィルタバンクRBの長さが、零で満たされると考えられる(零を有するフィルタを広げることにより、フィルタの周波数スペクトルが、より多くのサンプルによって規定される。)

境界フィルタバンクのi番目の行のスペクトルと定常フィルタバンクのi番目の行のスペクトルとの間の周波数領域の重み付けされた平均2乗誤差 $MSE_i$ を、

$$MSE_i = \sum_j w_j (c_{i,j} - d_{i,j})^2$$

で表す。この場合、 $w_j$ を、各基本関数に対して選択されるとともに図1及び2に示したように受信器に送信される重み付け係数とする。 $MSE_i$ を、境界フィルタバンクの各基本関数に対して最小にすべきであり、これにより $c_{i,j}$ が所定の定常フィルタバンクSに対して既知であり、それに対して $d_{i,j}$ が、求める境界フィルタバンクRBを規定することを留意すべきである。 $MSE_i$ を最小にすることは、乗算項

$$\sum_j w_j c_{i,j} d_{i,j}$$

を最小にすることに対応する。

上記乗算項を最大にすることは、行列 $RBFWF^*S^*$ の対角線に亘る和を最大にすることと数学的に同様である。ここで、Wを、対角線沿いに重み付け係数 $w_j$ を有する対角行列とし、Sは所定の定常フィルタバンクを表し、Bは第1動作(式1参照)で既に計算され、Fはフーリエ変換を示す。したがって、積行列 $BFWF^*S^*$ が与えられる。

任意の行列Eを、積 $E = UV^*$ として書くことができ、この場合、U及びVを、行列を保持するエネルギーとし、 $E$ を対角行列とする。行列演算において、行列Eのこの演算を、特異値分解(SVD)と称する。既に説明したGene H. Golub及びCharles F. van LoanによるMatrix Computationsを参照すればよい。RE = RU $V^*$ の対角線に亘る和がR =  $VU^*$ に対して最適であることも既知である。これによれば、SVD法を行列 $BFWF^*S^*$ に適用すると、行列U及びVが生じ、その結果、 $RBFWF^*S^*$ の対角線に亘る和が最適である回転マトリックス $R = VU^*$ となる。

SVD法を、入力信号の両境界に適用する。本例では、回転行列R0(及び図6の境界フィルタ27)を、SVDを行列

$$BFWF^*S^* = \begin{bmatrix} I0 & 0 \\ 0 & B0 \end{bmatrix} \times F \times W \times F^* \times [A2 \ A1 \ A0]^*$$

に適用することによって見つけることができる。同様に、回転行列R1(及び図6の境界フィルタ28)を、SVDを行列

10

20

30

40

50

$$BFWF^*S^* = \begin{bmatrix} B1 & 0 \\ 0 & I1 \end{bmatrix} \times F \times W \times F^* \times \begin{bmatrix} A2 & A1 & A0 \\ 0 & A2 & A1 \end{bmatrix}^*$$

に適用することによって見つけることができる。

本例では、境界フィルタバンク 28 は、 $2M = 4$  個のフィルタを具える。図 6 に図示した行列 29 と同様な観点で予測すると、第 3 及び第 4 フィルタの第 1 係数は小さく現れる。これらを零に置き換えることができ、この場合、境界フィルタバンク 28 は、二つの連続的に動作した重なり合わされた変換 28' 及び 28'' に対応する。両境界を、 $L$  個のプログラム可能なフィルタ係数の  $M$  個のフィルタを有する単一フィルタバンクによって有効に処理することができる。

図 7 は、定常フィルタバンクを 2 チャネルドーブッチ (Daubechies) 長 6 小波フィルタ ( $M = 2$ ,  $L = 6$ ) とする場合の左側境界フィルタバンク (A)、定常フィルタバンク (B)、及び右側フィルタバンク (C) を示す。境界フィルタを、DC 成分に対して非常に大きく重み付けしている定常フィルタの周波数特性に整合するように設計する。この図は、一方の側のローパスフィルタが明瞭でなく、他方の側のハイパスフィルタが明瞭であるという意味で、境界フィルタの動作が悪いことを示す。その結果、良好な境界フィルタを設計することが常に可能でないことを示す。

#### 遷移フィルタ

近年、入力信号の相違する信号が例えば画像信号の局所的な特性に回答して相違する変換が行われる、(画像) 符号化システムが研究されている。信号の 1 セグメントに第 1 の重なり合った変換が行われ、それに対して、第 2 の重なり合った変換が、信号の次の成分に対して所望される。図 8 は、テープリッツ変換行列の関連部分を示す。この図において、 $X$  及び  $Y$  はそれぞれ、第 1 及び第 2 定常変換行列を示す。一例として、 $X$  を、 $2 * 6$  行列と仮定し、 $Y$  を  $3 * 9$  行列と仮定する。フィルタバンク  $X$  から (図の一点鎖線で示した) フィルタバンク  $Y$  への突然の切替は非反転変換を構成することを理解するのは重要である。したがって、(図 8 で選択的に 80 を付した) 中間又は遷移フィルタを用いるべきである。

本発明の他の態様は、符号化効率 (良好なフィルタ分離) を保持しながらある定常フィルタバンクから他のものへの滑らかな遷移を許容する適切な遷移フィルタを見つける問題に関するものである。

ある定常フィルタバンクから他のものへの切替のあり得る方法は、セグメントの変換を終了するために右側の境界フィルタを用いるとともに、次のセグメントの変換を開始するために左側の境界フィルタを用いることである。この方法を図 9 に示し、この場合、 $T1$  は、右側の境界フィルタが定常変換  $X$  (図 6 の 28 参照) を示し、 $T0$  は、左側の境界フィルタが定常変換  $Y$  (図 6 の 27 参照) を示す。

上記方法はさほど好適ではない。その理由は、既に説明したように、境界フィルタは、符号化効率に関して常に良好ではないからである。より良好な動作の遷移フィルタの設計をここで説明する。その設計は、境界フィルタに関して既に説明したのと同じの動作を具える。第 1 動作により、式 1 に従う境界フィルタ

$$\begin{bmatrix} B1 & 0 \\ 0 & I1 \end{bmatrix} \text{ 及び } \begin{bmatrix} I0 & 0 \\ 0 & B0 \end{bmatrix}$$

がそれぞれ生じる。これらを図 10 に示す。第 2 動作は、最適フィルタを得るための上記境界フィルタの回転を具える。しかしながら、上記回転を個々の境界行列に予め適用したのに対して、この動作を、図 10 で 90 を付した行列  $B$  に適用し、これは、両境界フィルタをカバーする。境界フィルタの設計に関する重大な利点は、行列 90 の回転が境界を超えて、すなわち図 10 の 91 及び 92 を付した行列区域内で非零を創成することができることである。それは、遷移フィルタが境界フィルタよりも著しく優れた動作を行うことができる自由度となる。

第 2 動作を要約すると、図 10 で 90 を付した遷移行列  $B$  を、直交行列  $R$  を乗算すること

によって回転する。積行列  $R B$  が行列  $80$  (図8) とできるだけ類似した周波数分離動作を示すような回転行列  $R$  を見つけるべきであり、この場合、マトリックス  $80$  は、二つの連続的に動作した定常フィルタ  $X$  と、定常フィルタ  $Y$  の一つの動作を具える。

回転行列  $R$  を計算して、遷移フィルタの  $i$  番目の行のスペクトルとフィルタバンク  $80$  の  $i$  番目の行のスペクトルとの間の距離の周波数領域の重み付けされた平均2乗誤差  $MSE_i$  を、各基本関数に対して最小にする。回転行列を、境界フィルタを参照して既に説明したような  $SVD$  法を適用することによって計算する。本発明によれば、 $SVD$  計算に用いられる重み付け関数をデコーダに伝送して、デコーダが遷移フィルタを計算できるようにする。

図11は、第1の定常フィルタバンク(A)、遷移フィルタの三つの連続する動作(B, C, D)、及び第2の定常フィルタバンク(E)の周波数応答を示す。本例では、第1の定常フィルタバンク(A)を、2チャンネルドーベッチ長6小波フィルタ( $M=2, M=6$ )とし、第2の定常フィルタバンク(E)を、2チャンネルドーベッチ長8小波フィルタ( $M=2, M=8$ )とする。遷移フィルタを、DC成分に対して非常に重み付けされた定常フィルタの周波数特性に整合するように設計する。図7に対して、遷移フィルタバンクは、明瞭なローパス及びハイパス特性を有し、第1定常インパルス応答から第2定常インパルス応答への漸進的な変化を示す。

10

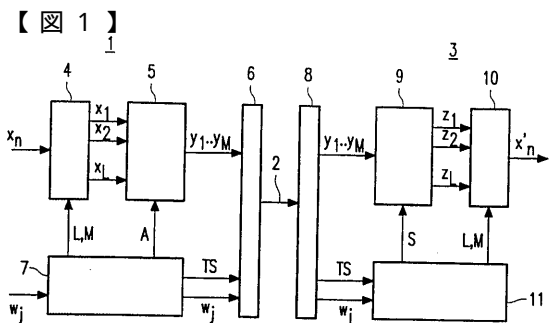


FIG. 1

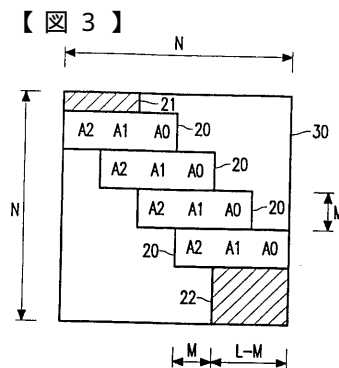


FIG. 3

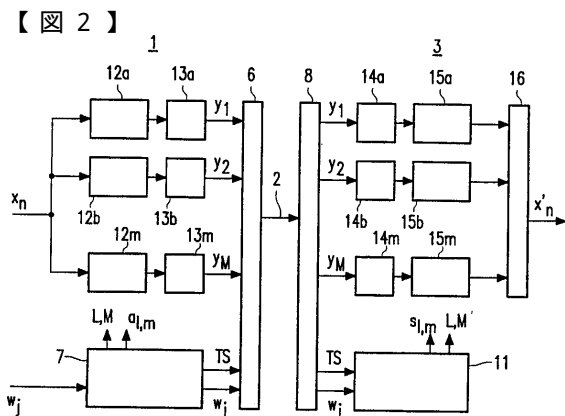


FIG. 2

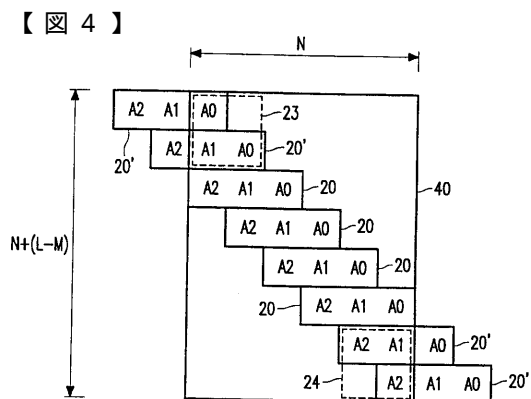
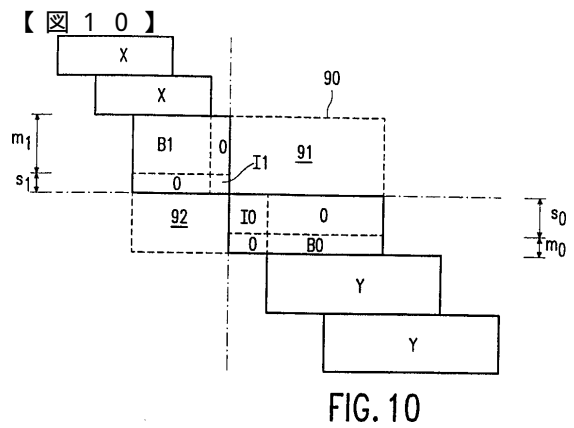
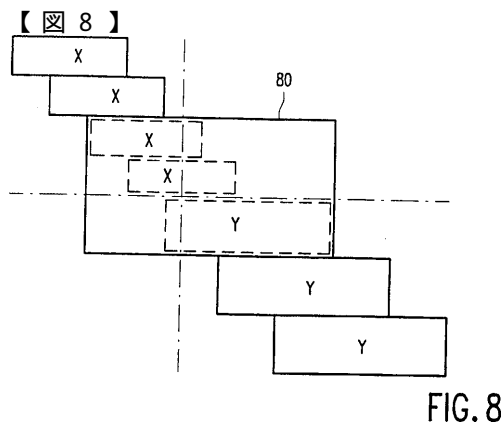
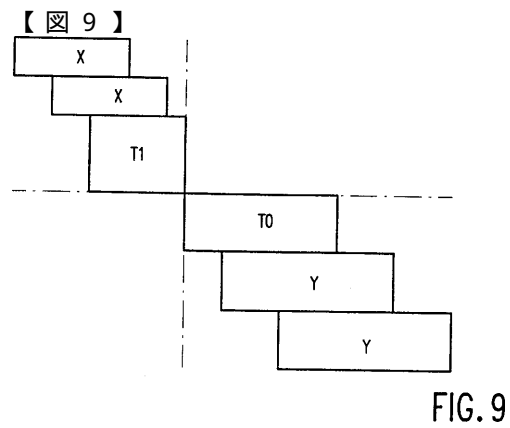
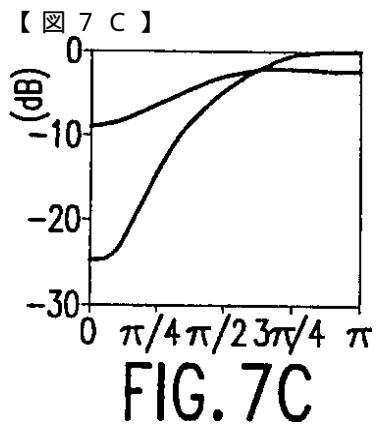
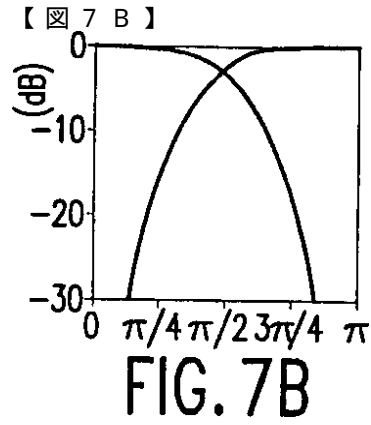
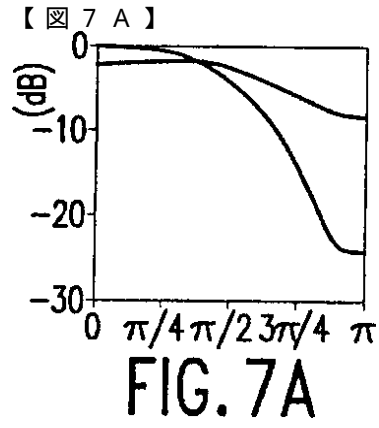
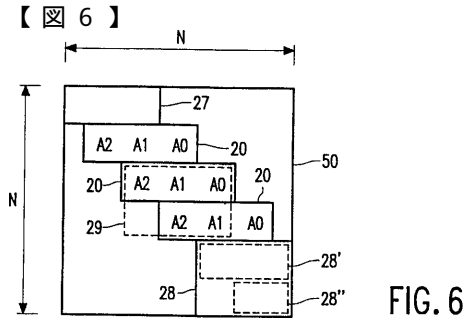
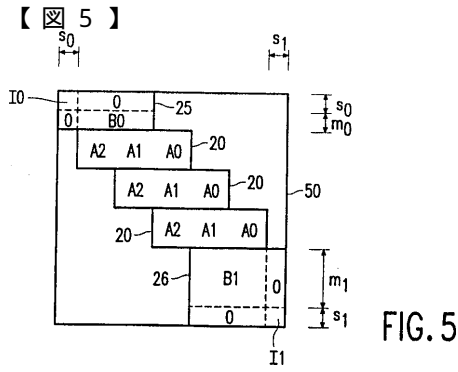


FIG. 4



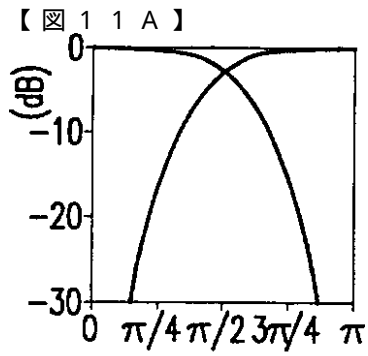


FIG. 11A

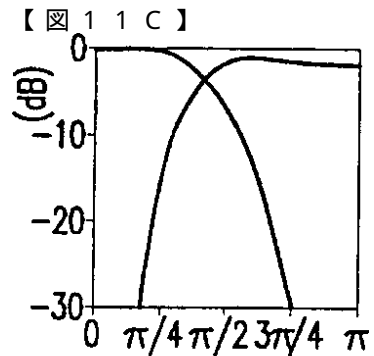


FIG. 11C

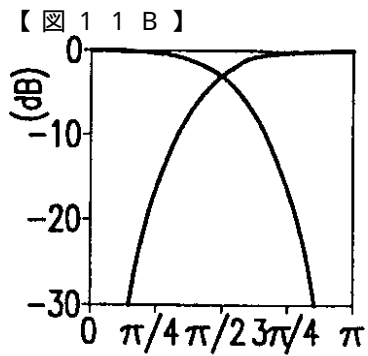


FIG. 11B

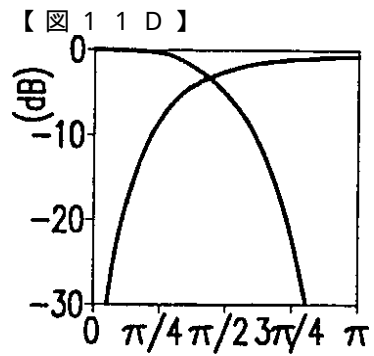


FIG. 11D

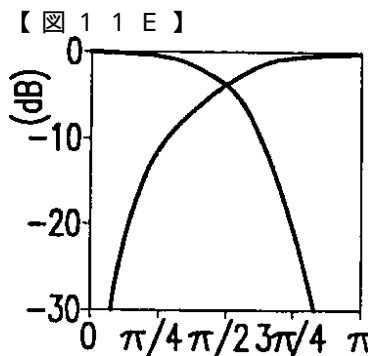


FIG. 11E

---

フロントページの続き

(74)代理人

弁理士 高見 和明

(74)代理人

弁理士 梅本 政夫

(72)発明者 カルケル アントニウス アドリアヌス コルネリス マリア

オランダ国 5 6 5 6 アーアー アインドーフェン プロフ ホルストラーン 6

審査官 北村 智彦

(56)参考文献 特開平04 - 233836 (JP, A)

特開平08 - 162964 (JP, A)

特開平08 - 181619 (JP, A)

特開平08 - 095599 (JP, A)

特表平05 - 502984 (JP, A)

特表平04 - 505393 (JP, A)

特表平03 - 503829 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03M 3/00 - 11/00

G10L 19/02

H04N 1/41

H04N 7/30