

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4038881号
(P4038881)

(45) 発行日 平成20年1月30日(2008.1.30)

(24) 登録日 平成19年11月16日(2007.11.16)

(51) Int.Cl.

H04N 7/01 (2006.01)

F I

H04N 7/01

J

請求項の数 4 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願平10-154446	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成10年6月3日(1998.6.3)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開平11-355731		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成11年12月24日(1999.12.24)	(74) 代理人	100090376
審査請求日	平成17年3月11日(2005.3.11)		弁理士 山口 邦夫
		(72) 発明者	近藤 哲二郎
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		審査官	菅原 道晴
		(56) 参考文献	特開平09-172620(JP, A)
			特開平09-172621(JP, A)
		(58) 調査した分野(Int.Cl., DB名)	
			H04N 7/00-7/01

(54) 【発明の名称】 画像信号の変換装置および変換方法、並びにそれに使用される係数データの生成装置および生成方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の画像信号を、この第1の画像信号と同じあるいはそれより多い画素数の第2の画像信号に変換するようにした画像信号変換装置において、

上記第2の画像信号を構成すると共に推定対象の画素である注目画素に対して、上記第1の画像信号から該注目画素周辺に位置する第1の領域の画素の信号を切り出す第1の画素切り出し手段と、

上記第1の画素切り出し手段により切り出された上記第1の領域の画素の信号のレベル分布パターンを検出し、このパターンに基づいて注目画素の信号が属するクラスを決定してクラス情報を出力するクラス決定手段と、

それぞれ上記クラス情報で示される各クラスに対応して、上記注目画素を推定するための線形推定式の演算に用いられる係数データを記憶すると共に、それぞれ上記第1の画像信号の異なるエラー状態に対応した、上記線形推定式の係数データを記憶する複数の係数データ記憶部を持つ係数データ記憶手段と、

上記第1の画像信号の複数画素における画素値の相関を見ることにより、少なくともノイズによる画素のエラー状態を検出するエラー検出手段と、

上記エラー検出手段で検出されるエラー状態に基づいて上記複数の係数データ記憶部より選択された一の係数データ記憶部から、上記クラス決定手段より出力される上記クラス情報に対応した係数データを読み出して出力する係数データ出力手段と、

上記第1の画像信号から上記注目画素周辺に位置する第2の領域の画素の信号を切り出

10

20

す第 2 の画素切り出し手段と、

上記係数データ出力手段より出力された上記係数データと、上記第 2 の画素切り出し手段により切り出された上記第 2 の領域の画素の信号とを用いて上記線形推定式により積和演算し、当該演算結果を上記注目画素の値として出力する画像信号出力手段とを備えることを特徴とする画像信号変換装置。

【請求項 2】

第 1 の画像信号を、この第 1 の画像信号と同じあるいはそれより多い画素数の第 2 の画像信号に変換するようにした画像信号変換方法において、

上記第 2 の画像信号を構成すると共に推定対象の画素である注目画素に対して、上記第 1 の画像信号から該注目画素周辺に位置する第 1 の領域の画素の信号を切り出す第 1 のステップと、

上記第 1 のステップで切り出された上記第 1 の領域の画素の信号のレベル分布パターンを検出し、このパターンに基づいて注目画素の信号が属するクラスを決定してクラス情報を出力する第 2 のステップと、

上記第 1 の画像信号の複数画素における画素値の相関を見ることにより、少なくともノイズによる画素のエラー状態を検出する第 3 のステップと、

それぞれ上記クラス情報で示される各クラスに対応して、上記注目画素を推定するための線形推定式の演算に用いられる係数データを記憶すると共に、それぞれ上記第 1 の画像信号の異なるエラー状態に対応した線形推定式の係数データを記憶する複数の係数データ記憶部のうち、上記第 3 のステップで検出されるエラー状態に基づいて選択された一の係数データ記憶部から、上記第 2 のステップで出力されるクラス情報に対応した係数データを読み出して出力する第 4 のステップと、

上記第 1 の画像信号から上記注目画素周辺に位置する第 2 の領域の画素の信号を切り出す第 5 のステップと、

上記第 4 のステップで出力された上記係数データと、上記第 5 のステップで切り出された上記第 2 の領域の画素の信号とを用いて、上記線形推定式により積和演算し、当該演算結果を上記注目画素の値として出力する第 6 のステップと

を備えることを特徴とする画像信号変換方法。

【請求項 3】

第 1 の画像信号を、この第 1 の画像信号より画素数の多い第 2 の画像信号に変換する際に使用される線形推定式の係数データを生成する装置において、

上記第 2 の画像信号に対応する教師信号を処理して上記第 1 の画像信号に対応する第 1 の入力信号を得る第 1 の信号処理手段と、

上記第 1 の入力信号に対して、少なくとも所定の画素の値を変化させる処理により、当該画素に対してエラーを持つ第 2 の入力信号を得る第 2 の信号処理手段と、

上記教師信号を構成すると共に推定対象の画素である注目画素の信号それぞれに対応して、上記第 2 の入力信号から該注目画素周辺に位置する第 1 の領域の画素の信号を順次切り出す第 1 の画素切り出し手段と、

上記第 1 の画素切り出し手段により順次切り出された上記第 1 の領域の画素の信号のレベル分布のパターンを検出し、このパターンに基づいて上記注目画素の信号がそれぞれ属するクラスを決定してクラス情報を出力するクラス決定手段と、

上記注目画素の信号それぞれに対応して、上記第 2 の入力信号より上記注目画素周辺に位置する第 2 の領域の画素の信号を順次切り出す第 2 の画素切り出し手段と、

上記クラス決定手段より出力される上記注目画素がそれぞれ属するクラスを示すクラス情報と、上記教師信号を構成する上記注目画素の信号と、上記第 2 の画素切り出し手段により順次切り出された上記第 2 の領域の画素の信号とから、各クラス毎に上記係数データをそれぞれ得るための正規方程式を生成する正規方程式生成手段と、

上記正規方程式を解いて上記各クラス毎の係数データを得る係数データ演算手段とを備えることを特徴とする係数データ生成装置。

【請求項 4】

第1の画像信号を、この第1の画像信号より画素数の多い第2の画像信号に変換する際に使用される線形推定式の係数データを生成する方法において、

上記第2の画像信号に対応する教師信号を処理して上記第1の画像信号に対応する第1の入力信号を得る第1のステップと、

上記第1の入力信号に対して、少なくとも所定の画素の値を変化させる処理により、当該画素に対してエラーを持つ第2の入力信号を得る第2のステップと、

上記教師信号を構成すると共に推定対象の画素である注目画素の信号それぞれに対応して、上記第2の入力信号から該注目画素周辺に位置する第1の領域の画素の信号を順次切り出す第3のステップと、

上記第3のステップで順次切り出された上記第1の領域の画素の信号のレベル分布のパターンを検出し、このパターンに基づいて上記注目画素の信号がそれぞれ属するクラスを決定してクラス情報を出力する第4のステップと、

上記注目画素の信号それぞれに対応して、上記第2の入力信号より上記注目画素周辺に位置する第2の領域の画素の信号を順次切り出す第5のステップと、

上記第4のステップで出力される上記注目画素がそれぞれ属するクラスを示すクラス情報と、上記教師信号を構成する上記注目画素の信号と、上記第5のステップで順次切り出された上記第2の領域の画素の信号とから、各クラス毎に上記係数データをそれぞれ得るための正規方程式を生成する第6のステップと、

上記第6のステップで生成される正規方程式を解いて上記各クラス毎の係数データを得る第7のステップと

を備えることを特徴とする係数データ生成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、例えばNTSC方式のビデオ信号をハイビジョンのビデオ信号に変換する画像信号の変換装置および変換方法、並びにそれに使用される係数データの生成装置および生成方法に関する。詳しくは、線形推定式を使用して第1の画像信号をこの第1の画像信号と同じあるいはそれより多い画素数の第2の画像信号に変換する際に、第1の画像信号のエラー状態に応じた係数データを選択的に使用可能とすることによって、変換処理を適切に行い得るようにした画像信号変換装置等に係るものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、オーディオ・ビジュアル指向の高まりから、より高解像度の画像を得ることができるようテレビ受信機の開発が望まれ、この要望に応えて、いわゆるハイビジョンが開発された。ハイビジョンの走査線数は、NTSC方式の走査線数が525本であるのに対して、2倍以上の1125本である。また、ハイビジョンの縦横比は、NTSC方式の縦横比が3:4であるのに対して、9:16となっている。このため、ハイビジョンでは、NTSC方式に比べて、高解像度で臨場感のある画像を表示することができる。

【0003】

ハイビジョンはこのような優れた特性を有するが、NTSC方式のビデオ信号をそのまま供給しても、ハイビジョン方式による画像表示を行うことはできない。これは、上述のようにNTSC方式とハイビジョンとは規格が異なるからである。

【0004】

そこで、NTSC方式のビデオ信号に応じた画像をハイビジョン方式で表示するため、本出願人は、先に、NTSC方式のビデオ信号をハイビジョンのビデオ信号に変換するための変換装置を提案した(特願平6-205934号参照)。この変換装置では、ハイビジョンのビデオ信号を構成する各画素の信号を、NTSC方式の所定領域の画素の信号と係数データ(予測係数値)とから線形推定式を用いて得るようになっている。ここで、係数データは、予め学習により獲得され、ROM(read only memory)等の係数データ記憶手段に記憶されている。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

上述した変換装置においては、係数データ記憶手段に記憶されている係数データは１種類のみである。そのため、NTSC方式のビデオ信号のエラー状態によっては、係数データ記憶手段に記憶されている係数データが適当でなく、適切な変換処理を行えないという問題があった。

【 0 0 0 6 】

そこで、この発明では、変換処理を適切に行い得るようにした画像信号変換装置等を提供することを目的とする。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る画像信号変換装置は、第1の画像信号を、この第1の画像信号と同じあるいはそれより多い画素数の第2の画像信号に変換するようにした画像信号変換装置において、上記第2の画像信号を構成すると共に推定対象の画素である注目画素に対して、上記第1の画像信号から該注目画素周辺に位置する第1の領域の画素の信号を切り出す第1の画素切り出し手段と、上記第1の画素切り出し手段により切り出された上記第1の領域の画素の信号のレベル分布パターンを検出し、このパターンに基づいて注目画素の信号が属するクラスを決定してクラス情報を出力するクラス決定手段と、それぞれ上記クラス情報で示される各クラスに対応して、上記注目画素を推定するための線形推定式の演算に用いられる係数データを記憶すると共に、それぞれ上記第1の画像信号の異なるエラー状態に対応した、上記線形推定式の係数データを記憶する複数の係数データ記憶部を持つ係数データ記憶手段と、上記第1の画像信号の複数画素における画素値の相関を見ることにより、少なくともノイズによる画素のエラー状態を検出するエラー検出手段と、上記エラー検出手段で検出されるエラー状態に基づいて上記複数の係数データ記憶部より選択された一の係数データ記憶部から、上記クラス決定手段より出力される上記クラス情報に対応した係数データを読み出して出力する係数データ出力手段と、上記第1の画像信号から上記注目画素周辺に位置する第2の領域の画素の信号を切り出す第2の画素切り出し手段と、上記係数データ出力手段より出力された上記係数データと、上記第2の画素切り出し手段により切り出された上記第2の領域の画素の信号とを用いて上記線形推定式により積和演算し、当該演算結果を上記注目画素の値として出力する画像信号出力手段とを備えるものである。第1および第2の画素切り出し手段が共通に構成され、従って第1および第2の領域が同じであってもよい。

【 0 0 0 8 】

推定対象の画素である注目画素に対応して第１の画像信号から該注目画素周辺に位置する第１の領域の画素の信号が切り出され、そのレベル検出パターンに基づいて上述した注目画素の信号が属するクラスが決定されてクラス情報が出力される。また、第１の画像信号の複数画素における画素値の相関を見ることにより、少なくともノイズによる画素のエラー状態が検出され、そのエラー状態に基づいて複数の係数データ記憶部より選択された一の係数データ記憶部からクラス情報に対応した係数データが読み出される。また、上述した第２の画像信号を構成する注目画素に対応して、第１の画像信号から当該注目画素周辺に位置する第２の領域の画素の信号が切り出される。そして、この第２の領域の画素の信号と係数データとを用いて線形推定式により積和演算し、当該演算結果を注目画素の値として出力する。

【 0 0 0 9 】

複数の係数データ記憶部には、第1の画像信号の異なるエラー状態に対応した係数データが記憶される。上述したように第1の画像信号のエラー状態に基づいて複数の係数データ記憶部より選択された一の係数データ記憶部から係数データが読み出されて使用される。そのため、線形推定式で使用する係数データは第1の画像信号のエラー状態に対応したものとなり、変換処理が適切に行われるようになる。

【 0 0 1 0 】

10

20

30

40

50

また、この発明に係る係数データ生成装置は、第1の画像信号を、この第1の画像信号より画素数の多い第2の画像信号に変換する際に使用される線形推定式の係数データを生成する装置において、上記第2の画像信号に対応する教師信号を処理して上記第1の画像信号に対応する第1の入力信号を得る第1の信号処理手段と、上記第1の入力信号に対して、少なくとも所定の画素の値を変化させる処理により、当該画素に対してエラーを持つ第2の入力信号を得る第2の信号処理手段と、上記教師信号を構成すると共に推定対象の画素である注目画素の信号それぞれに対応して、上記第2の入力信号から該注目画素周辺に位置する第1の領域の画素の信号を順次切り出す第1の画素切り出し手段と、上記第1の画素切り出し手段により順次切り出された上記第1の領域の画素の信号のレベル分布のパターンを検出し、このパターンに基づいて上記注目画素の信号がそれぞれ属するクラスを決定してクラス情報を出力するクラス決定手段と、上記注目画素の信号それぞれに対応して、上記第2の入力信号より上記注目画素周辺に位置する第2の領域の画素の信号を順次切り出す第2の画素切り出し手段と、上記クラス決定手段より出力される上記注目画素がそれぞれ属するクラスを示すクラス情報と、上記教師信号を構成する上記注目画素の信号と、上記第2の画素切り出し手段により順次切り出された上記第2の領域の画素の信号とから、各クラス毎に上記係数データをそれぞれ得るための正規方程式を生成する正規方程式生成手段と、上記正規方程式を解いて上記各クラス毎の係数データを得る係数データ演算手段とを備えるものである。第1および第2の画素切り出し手段が共通に構成され、従って第1および第2の領域が同じであってもよい。

10

【0011】

20

第2の画像信号、例えばハイビジョンのビデオ信号に対応する教師信号が処理されて第1の画像信号、例えばNTSC方式のビデオ信号に対応する第1の入力信号が得られる。また、この第1の入力信号が処理されて所定のエラーが付加された第2の入力信号が得られる。エラー状態としては、ある走査線上のデータがジッタによって1画素分ずれているもの、特定の画素データの値がノイズによって変化しているもの等が考えられる。

【0012】

教師信号を構成すると共に推定対象の画素である注目画素の信号にそれぞれ対応して、第2の入力信号から該注目画素周辺に位置する第1の領域の画素の信号が順次切り出され、その第1の領域の画素の信号のレベル分布パターンに基づいて注目画素の信号がそれぞれ属するクラスが決定されてクラス情報が出力される。

30

【0013】

また、教師信号を構成する注目画素の信号にそれぞれ対応して、第2の入力信号より注目画素周辺に位置する第2の領域の画素の信号が順次切り出される。そして、この第2の領域の画素の信号と、教師信号を構成する注目画素の信号がそれぞれ属するクラスを示すクラス情報と、教師信号を構成する注目画素の信号とから、各クラス毎に係数データをそれぞれ得るための正規方程式が生成され、この正規方程式を解くことで各クラス毎の係数データが得られる。第2の信号処理手段で付加されるエラーを変更することで、第1の画像信号の種々のエラー状態に対応した係数データを得ることが可能となる。

【0014】

【発明の実施の形態】

40

以下、図面を参照しながら、この発明の実施の形態について説明する。図1は、実施の形態としての画像信号変換装置100の構成を示している。この画像信号変換装置100は、NTSC方式のビデオ信号を構成する画素データ（以下、「SD画素データ」という）からハイビジョンのビデオ信号を構成する画素データ（以下、「HD画素データ」という）を得るためのものである。

【0015】

この画像信号変換装置100は、SD画素データが供給される入力端子101と、この入力端子101に供給されるSD画素データより、推定しようとする所定のHD画素データに対応した領域のSD画素データを切り出す領域切り出し回路102と、この領域切り出し回路102で切り出されたSD画素データに対してADRC（Adaptive Dynamic Ran

50

ge Coding) 処理を適用して、主に空間内の波形を表すクラス(空間クラス)を決定してクラス情報を出力する A D R C 回路 1 0 3 とを有している。

【 0 0 1 6 】

図 2 および図 3 は、S D 画素と H D 画素の位置関係を示している。領域切り出し回路 1 0 2 では、例えば図 4 に示すように、H D 画素データ y を推定しようとする場合、この H D 画素データ y の近傍に位置する S D 画素データ $k_1 \sim k_5$ が切り出される。

【 0 0 1 7 】

A D R C 回路 1 0 3 では、領域切り出し回路 1 0 2 で切り出された S D 画素データのレベル分布のパターン化を目的として、各 S D 画素データを、例えば 8 ビットデータから 2 ビットデータに圧縮するような演算が行われる。そして、A D R C 回路 1 0 3 からは、各 S D 画素データに対応した圧縮データ(再量子化コード) q_i が空間クラスのクラス情報として出力される。

10

【 0 0 1 8 】

本来 A D R C は、V T R (Video Tape Recorder) 向け高性能符号化用に開発された適応的再量子化法であるが、信号レベルの局所的なパターンを短い語長で効率的に表現できるので、本実施の形態では、領域切り出し回路 1 0 2 で切り出された S D 画素データのレベル分布のパターン化に使用している。

【 0 0 1 9 】

A D R C 回路 1 0 3 では、領域内の S D 画素データの最大値を M A X、その最小値を M I N、領域内のダイナミックレンジを $D R (= M A X - M I N + 1)$ 、再量子化ビット数を p とすると、領域内の各 S D 画素データ k_i に対して、(1) 式の演算により再量子化コード q_i が得られる。ただし、(1) 式において、[] は切り捨て処理を意味している。領域切り出し回路 1 0 2 で、 $N a$ 個の S D 画素データが切り出されるとき、 $i = 1 \sim N a$ である。

20

【 0 0 2 0 】

$q_i = [(k_i - M I N + 0.5) \cdot 2^p / D R] \dots (1)$

また、画像信号変換装置 1 0 0 は、入力端子 1 0 1 に供給される S D 画素データより、推定しようとする所定の H D 画素データに対応した領域の S D 画素データを切り出す領域切り出し回路 1 0 4 と、この領域切り出し回路 1 0 4 で切り出された S D 画素データより、主に動きの程度を表すためのクラス(動きクラス)を決定してクラス情報を出力する動き

30

【 0 0 2 1 】

領域切り出し回路 1 0 4 では、例えば図 5 に示すように、H D 画素データ y を推定しようとする場合、この H D 画素データ y の近傍に位置する 1 0 個の S D 画素データ $m_1 \sim m_5$, $n_1 \sim n_5$ が切り出される。

【 0 0 2 2 】

動きクラス決定回路 1 0 5 では、領域切り出し回路 1 0 4 で切り出された S D 画素データ m_i , n_i からフレーム間差分が算出され、さらにその差分の絶対値の平均値に対してしきい値処理が行われて動きの指標である動きクラスのクラス情報 M V が出力される。

【 0 0 2 3 】

40

すなわち、動きクラス決定回路 1 0 5 では、(2) 式によって、差分の絶対値の平均値 A V が算出される。領域切り出し回路 1 0 4 で、例えば上述したように 1 0 個の S D 画素データ $m_1 \sim m_5$, $n_1 \sim n_5$ が切り出されるとき、(2) 式における N b は 5 である。

【 0 0 2 4 】

【数 1】

$$A V = \frac{\sum_{i=1}^{N b} |m_i - n_i|}{N b} \dots (2)$$

50

【 0 0 2 5 】

そして、動きクラス決定回路 1 0 5 では、上述したように算出された平均値 AV が 1 個または複数個のしきい値と比較されてクラス情報 MV が得られる。例えば、3 個のしきい値 th_1, th_2, th_3 ($th_1 < th_2 < th_3$) が用意され、4 つの動きクラスを決定する場合、 $AV < th_1$ のときは $MV = 0$ 、 $th_1 < AV < th_2$ のときは $MV = 1$ 、 $th_2 < AV < th_3$ のときは $MV = 2$ 、 $th_3 < AV$ のときは $MV = 3$ とされる。

【 0 0 2 6 】

また、画像信号変換装置 1 0 0 は、A D R C 回路 1 0 3 より出力される空間クラスのクラス情報としての再量子化コード q_i と、動きクラス決定回路 1 0 5 より出力される動きクラスのクラス情報 MV に基づき、推定しようとする H D 画素データが属するクラスを示すクラスコード CL を得るためのクラスコード発生回路 1 0 6 を有している。クラスコード発生回路 1 0 6 では、(3) 式によって、クラスコード CL の演算が行われる。なお、(3) 式において、 Na は領域切り出し回路 1 0 2 で切り出される S D 画素データの個数、 p は A D R C 回路 1 0 3 における再量子化ビット数を示している。

【 0 0 2 7 】

【 数 2 】

$$CL = \sum_{i=1}^{Na} q_i (2^P)^i + MV \cdot 2^{PNa} \quad \dots (3)$$

【 0 0 2 8 】

また、画像信号変換装置 1 0 0 は、それぞれ後述する推定演算回路 1 1 0 で使用される線形推定式の係数データが各クラス毎に記憶されている n 個の R O M テーブル 1 0 7_{.1} ~ 1 0 7_{.n} と、入力端子 1 0 1 に供給される S D 画素データのエラー状態を検出するエラー検出回路 1 0 8 とを有している。R O M テーブル 1 0 7_{.1} ~ 1 0 7_{.n} には、それぞれ S D 画素データの異なるエラー状態に対応した線形推定式の係数データが記憶されている。エラー状態としては、ある走査線上の画素データがジッタによって 1 画素分ずれているもの、特定の画素データの値がノイズによって変化しているもの等が考えられる。エラー検出回路 1 0 8 では、例えば連続する複数の垂直方向および水平方向の画素データの相関を見ることでエラー状態の検出が行われる。

【 0 0 2 9 】

エラー検出回路 1 0 8 より出力されるエラー状態の検出結果 EDE は、R O M テーブル 1 0 7_{.1} ~ 1 0 7_{.n} より一の R O M テーブルを選択するための情報として使用される。すなわち、R O M テーブル 1 0 7_{.1} ~ 1 0 7_{.n} のうち、係数データを得るための R O M テーブルとして、検出結果 EDE で示されるエラー状態、またはそれに最も近いエラー状態に対応した線形推定式の係数データが記憶されている R O M テーブルが選択される。この選択された R O M テーブルにはクラスコード発生回路 1 0 6 より出力されるクラスコードが読み出しアドレス情報として供給され、その R O M テーブルよりクラスコード CL に対応した係数データ w_i が読み出される。

【 0 0 3 0 】

また、画像信号変換装置 1 0 0 は、入力端子 1 0 1 に供給される S D 画素データより、推定しようとする所定の H D 画素データに対応した領域の S D 画素データを切り出す領域切り出し回路 1 0 9 と、この領域切り出し回路 1 0 9 で切り出された S D 画素データと、上述したように選択された R O M テーブルより読み出される係数データ w_i とから、推定しようとする H D 画素データを演算する推定演算回路 1 1 0 と、この推定演算回路 1 1 0 で演算された H D 画素データを導出する出力端子 1 1 1 と有している。

【 0 0 3 1 】

領域切り出し回路 1 0 9 では、例えば図 6 に示すように、H D 画素データ y を推定しようとする場合、これら H D 画素データ y の近傍に位置する S D 画素データ $x_1 \sim x_{25}$ が切り出される。推定演算回路 1 1 0 では、領域切り出し回路 1 0 9 で切り出された S D 画素デ

10

20

30

40

50

ータ x_i と、選択されたROMテーブルより読み出された係数データ w_i とから、(4)式の線形推定式によって、推定しようとするHD画素データ y が演算される。領域切り出し回路109で、例えば上述したように25個のSD画素データ $x_1 \sim x_{25}$ が切り出される
とき、(4)式における n 、つまりタップ数は25である。

【0032】

【数3】

$$y = \sum_{i=1}^n w_i \cdot x_i \quad \dots (4)$$

10

【0033】

図1に示す画像信号変換装置100の動作を説明する。推定しようとする所定のHD画素データ y に対応して、入力端子101に供給されるSD画素データより領域切り出し回路102で所定領域のSD画素データ k_i が切り出され、この切り出された各SD画素データ k_i に対してADRC回路103でADRC処理が施されて空間クラス（主に空間内の波形表現のためのクラス分類）のクラス情報としての再量子化コード q_i が得られる。

【0034】

また、上述した推定しようとするHD画素データ y に対応して、入力端子101に供給されるSD画素データより領域切り出し回路104で所定領域のSD画素データ m_i, n_i が切り出され、この切り出された各SD画素データ m_i, n_i より動きクラス決定回路105
で動きクラス（主に動きの程度を表すためのクラス分類）を示すクラス情報 MV が得られる。この動きクラス情報 MV と上述したADRC回路103で得られる再量子化コード q_i とから、クラスコード発生回路106で、推定しようとするHD画素データ y が属する
クラスを示すクラス情報としてのクラスコード CL が得られる。

20

【0035】

また、入力端子101に供給されるSD画素データがエラー検出回路108に供給され、SD画素データのエラー状態が検出される。そして、エラー検出回路108からのエラー状態の検出結果 EDE によって、ROMテーブル107 $_{-1} \sim 107_{-n}$ のうち、SD画素データのエラー状態またはそれに最も近いエラー状態に対応した線形推定式の係数データが記憶されているROMテーブルが選択される。この選択されたROMテーブルにクラスコード CL が読み出しアドレス情報として供給され、そのクラスコード CL に対応した係数データ w_i が読み出される。

30

【0036】

また、上述した推定しようとするHD画素データ y に対応して、入力端子101に供給されるSD画素データより領域切り出し回路109で所定領域のSD画素データ x_i が切り出される。そして、推定演算回路110では、その切り出されたSD画素データ x_i と、上述したように選択されたROMテーブルより読み出された係数データ w_i とから、線形推定式を使用して、推定しようとするHD画素データ y が演算される。そして、推定演算回路110より順次出力されるHD画素データ y が出力端子111に導出される。

【0037】

図1に示す画像信号変換装置100においては、入力端子101に供給されるSD画素データのエラー状態が検出され、そのエラー状態またはそれに最も近いエラー状態に対応した係数データ w_i が読み出され、推定しようとするHD画素データ y を求めるための線形推定式に用いられる。そのため、NTSC方式のビデオ信号からハイビジョンのビデオ信号への変換処理を常に適切に行うことができる利益がある。なお、領域切り出し回路102および領域切り出し回路109を共通に構成し、 k_i と x_i を同じとすることも考えられる。

40

【0038】

ところで、ROMテーブル107 $_{-1} \sim 107_{-n}$ には、上述したようにそれぞれ各クラスに対応した線形推定式の係数データが記憶されている。この係数データは、予め学習によ

50

て生成されたものである。まず、この学習方法について説明する。(4)式の線形推定式に基づく係数データ w_i ($i = 1 \sim n$)を最小自乗法により求める例を示すものとする。一般化した例として、 X を入力データ、 W を予測係数、 Y を予測値として、(5)式の観測方程式を考える。この(5)式において、 m は学習データ数を示し、 n は予測タップの数を示している。

【0039】

【数4】

$$XW=Y \quad \cdots (5)$$

10

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}, \quad W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdots \\ w_n \end{bmatrix}, \quad Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdots \\ y_m \end{bmatrix}$$

【0040】

(5)式の観測方程式により収集されたデータに最小自乗法を適用する。この(5)式の観測方程式をもとに、(6)式の残差方程式を考える。

20

【0041】

【数5】

$$XW=Y+E, \quad E = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \cdots \\ e_m \end{bmatrix} \quad \cdots (6)$$

30

【0042】

(6)式の残差方程式から、各 w_i の最確値は、(7)式の e^2 を最小にする条件が成り立つ場合と考えられる。すなわち、(8)式の条件を考慮すればよいわけである。

【0043】

【数6】

$$e^2 = \sum_{i=1}^m e_i^2 \quad \cdots (7)$$

40

$$e_1 \frac{\partial e_1}{\partial w_i} + e_2 \frac{\partial e_2}{\partial w_i} + \cdots + e_m \frac{\partial e_m}{\partial w_i} = 0 \quad (i=1, 2, \cdots, n) \quad \cdots (8)$$

【0044】

つまり、(8)式の i に基づく n 個の条件を考え、これを満たす w_1, w_2, \cdots, w_n を算出すればよい。そこで、(6)式の残差方程式から、(9)式が得られる。さらに、(9)式と(5)式とから、(10)式が得られる。

【0045】

50

【数 7】

$$\frac{\partial e_i}{\partial w_1} = x_{i1}, \frac{\partial e_i}{\partial w_2} = x_{i2}, \dots, \frac{\partial e_i}{\partial w_n} = x_{in} (i=1, 2, \dots, m) \quad \dots (9)$$

$$\sum_{i=1}^m e_i x_{i1} = 0, \sum_{i=1}^m e_i x_{i2} = 0, \dots, \sum_{i=1}^m e_i x_{in} = 0 \quad \dots (10)$$

10

【0046】

そして、(6)式と(10)式とから、(11)式の正規方程式が得られる。

【0047】

【数 8】

$$\begin{cases} \left(\sum_{j=1}^m x_{j1} x_{j1} \right) w_1 + \left(\sum_{j=1}^m x_{j1} x_{j2} \right) w_2 + \dots + \left(\sum_{j=1}^m x_{j1} x_{jn} \right) w_n = \left(\sum_{j=1}^m x_{j1} y_j \right) \\ \left(\sum_{j=1}^m x_{j2} x_{j1} \right) w_1 + \left(\sum_{j=1}^m x_{j2} x_{j2} \right) w_2 + \dots + \left(\sum_{j=1}^m x_{j2} x_{jn} \right) w_n = \left(\sum_{j=1}^m x_{j2} y_j \right) \\ \dots \\ \left(\sum_{j=1}^m x_{jn} x_{j1} \right) w_1 + \left(\sum_{j=1}^m x_{jn} x_{j2} \right) w_2 + \dots + \left(\sum_{j=1}^m x_{jn} x_{jn} \right) w_n = \left(\sum_{j=1}^m x_{jn} y_j \right) \end{cases} \quad \dots (11)$$

20

【0048】

(11)式の正規方程式は、未知数の数 n と同じ数の方程式を立てることが可能であるので、各 w_i の最確値を求めることができる。この場合、掃き出し法 (Gauss-Jordanの消去法) 等を用いて連立方程式を解くことになる。

30

【0049】

図7は、上述した予測係数の学習フローを示している。学習を行うためには、入力信号と予測対象となる教師信号を用意しておく。

【0050】

まず、ステップST1で、教師信号より得られる予測対象画素値と入力信号より得られる予測タップの n 個の画素値との組み合わせを学習データとして生成する。次に、ステップST2で、学習データの生成が終了したか否かを判定し、学習データの生成が終了していないときは、ステップST3でその学習データにおける予測対象画素値が属するクラスを決定する。このクラスの決定は、予測対象画素値に対応して入力信号より得られる所定数の画素値に基づいて行われ、上述したADRC処理による空間クラス等が決定される。

40

【0051】

そして、ステップST4で、各クラス毎に、ステップST1で生成された学習データ、すなわち予測対象画素値と予測タップの n 個の画素値とを使用して、(11)式に示すような正規方程式の生成をする。ステップST1～ステップST4の動作は、学習データの生成が終了するまで繰り返され、多くの学習データが登録された正規方程式が生成される。

【0052】

ステップST2で学習データの生成が終了したときは、ステップST5で、各クラス毎に生成された正規方程式を解き、各クラス毎の n 個の予測係数 w_i を求める。そして、ステ

50

ップST6で、クラス別にアドレス分割されたメモリに予測係数 w_i を登録して、学習フローを終了する。

【0053】

次に、図1に示した画像信号変換装置100のROMテーブル107₁~107_nに記憶されている各クラス毎の係数データ w_i を、上述した学習の原理によって予め生成する係数データ生成装置150の詳細を説明する。図8は、係数データ生成装置150の構成例を示している。

【0054】

この係数データ生成装置150は、教師信号としてのハイビジョンのビデオ信号を構成するHD画素データが供給される入力端子151と、このHD画素データに対して水平および垂直の間引きフィルタ処理を行って、入力信号としてのNTSC方式のビデオ信号を構成するSD画素データを得る間引き回路152と、このSD画素データに所定のエラーを付加するエラー付加回路153とを有している。

【0055】

間引き回路152では、図示せずとも、HD画素データに対して、垂直間引きフィルタによってフィールド内の垂直方向のライン数が1/2となるように間引き処理が施されると共に、さらに水平間引きフィルタによって水平方向の画素数が1/2となるように間引き処理が施される。したがって、SD画素とHD画素の位置関係は、図2および図3に示すようになる。エラー付加回路153からは所定のエラーが付加されたSD画素データが出力されるが、係数データ生成装置150ではそのSD画素データのエラー状態に対応した係数データが生成される。エラー付加回路153では、例えばある走査線上のデータを1画素分ずらす、特定の画素データの値を変化させる等の処理により、種々のエラーを付加することが可能とされている。

【0056】

また、係数データ生成装置150は、入力端子151に供給されるHD画素データHDより得られる予測対象画素値としての複数個のHD画素データにそれぞれ対応して、エラー付加回路153より出力されるSD画素データSDより所定領域のSD画素データを順次切り出す領域切り出し回路155と、この領域切り出し回路155で順次切り出されたSD画素データに対してADRC処理を適用して、主に空間内の波形を表すクラス(空間クラス)を決定してクラス情報を出力するADRC回路156とを有している。

【0057】

領域切り出し回路155は、上述した画像信号変換装置100の領域切り出し回路102と同様に構成される。この領域切り出し回路155からは、例えば図4に示すように、予測対象画素値としてのHD画素データ y に対応して、このHD画素データ y の近傍に位置するSD画素データ $k_1 \sim k_5$ が切り出される。また、ADRC回路156も、上述した画像信号変換装置100のADRC回路103と同様に構成される。このADRC回路156からは、予測対象画素値としての各HD画素データにそれぞれ対応して切り出された所定領域のSD画素データ毎に再量子化コード q_i が空間クラスを示すクラス情報として出力される。

【0058】

また、係数データ生成装置150は、上述した予測対象画素値としての各HD画素データにそれぞれ対応して、エラー付加回路153より出力されるSD画素データより所定領域のSD画素データを順次切り出す領域切り出し回路157と、この領域切り出し回路157で切り出されたSD画素データより、主に動きの程度を表すためのクラス(動きクラス)を決定してクラス情報を出力する動きクラス決定回路158とを有している。

【0059】

領域切り出し回路157は、上述した画像信号変換装置100の領域切り出し回路104と同様に構成される。この領域切り出し回路157からは、例えば図5に示すように、予測対象画素値としてのHD画素データ y に対応して、このHD画素データ y の近傍に位置する10個のSD画素データ $m_1 \sim m_5, n_1 \sim n_5$ が切り出される。また、動きクラス決

10

20

30

40

50

定回路 158 も、上述した画像信号変換装置 100 の動きクラス決定回路 105 と同様に構成される。この動きクラス決定回路 158 からは、予測対象画素値としての各 HD 画素データにそれぞれ対応して切り出された所定領域の SD 画素データ毎に動きの指標である動きクラスのクラス情報 MV が出力される。

【0060】

また、係数データ生成装置 150 は、ADRC 回路 156 より出力される空間クラスのクラス情報としての再量子化コード q_i と、動きクラス決定回路 158 より出力される動きクラスのクラス情報 MV に基づいてクラスコード CL を得るためのクラスコード発生回路 159 を有している。このクラスコード発生回路 159 は、上述した画像信号変換装置 100 のクラスコード発生回路 106 と同様に構成される。このクラスコード発生回路 159 からは、予測対象画素値としての各 HD 画素データにそれぞれ対応して、その HD 画素データが属するクラスを示すクラスコード CL が出力される。

【0061】

また、係数データ生成装置 150 は、上述した予測対象画素値としての各 HD 画素データにそれぞれ対応して、エラー付加回路 153 より出力される SD 画素データより予測タップ値としての所定領域の SD 画素データを順次切り出す領域切り出し回路 160 を有している。領域切り出し回路 160 は、上述した画像信号変換装置 100 の領域切り出し回路 109 と同様に構成される。この領域切り出し回路 160 からは、例えば図 6 に示すように、予測対象画素値としての HD 画素データ y に対応して、この HD 画素データ y の近傍に位置する 25 個の SD 画素データ $x_1 \sim x_{25}$ が切り出される。

【0062】

また、係数データ生成装置 150 は、入力端子 151 に供給される HD 画素データより得られる予測対象画素値としての各 HD 画素データ y と、予測対象画素値としての各 HD 画素データ y にそれぞれ対応して領域切り出し回路 160 で順次切り出された予測タップ画素値としての SD 画素データ x_i と、予測対象画素値としての各 HD 画素データ y にそれぞれ対応してクラスコード発生回路 159 より出力されるクラスコード CL とから、各クラス毎に、 n 個の係数データ w_i を生成するための正規方程式 ((11) 式参照) を生成する正規方程式生成回路 161 を有している。

【0063】

この場合、1 個の HD 画素データ y とそれに対応する n 個の予測タップ画素値との組み合わせで上述した学習データが生成され、従って生成回路 161 では多くの学習データが登録された正規方程式が生成される。なお、図示しないが、領域切り出し回路 160 の前段に時間合わせ用の遅延回路を配置することで、領域切り出し回路 160 から正規方程式生成回路 161 に供給される SD 画素データ x_i のタイミング合わせを行うことができる。

【0064】

また、係数データ生成装置 150 は、正規方程式生成回路 161 で各クラス毎に生成された正規方程式のデータが供給され、各クラス毎に生成された正規方程式を解いて、各クラス毎の係数データ (予測係数) w_i を求める予測係数決定回路 162 と、この求められた係数データ w_i を記憶するメモリ 163 とを有している。予測係数決定回路 162 では、正規方程式が例えば掃き出し法などによって解かれて、係数データ w_i が求められる。

【0065】

図 8 に示す係数データ生成装置 150 の動作を説明する。入力端子 151 には教師信号としてのハイビジョンのビデオ信号を構成する HD 画素データが供給され、そしてこの HD 画素データに対して間引き回路 152 で水平および垂直の間引き処理等が行われて入力信号としての NTSC 方式のビデオ信号を構成する SD 画素データが得られる。そして、この SD 画素データに対してエラー付加回路 153 で所定のエラーが付加される。

【0066】

また、入力端子 151 に供給される HD 画素データより得られる予測対象画素値としての各 HD 画素データ y にそれぞれ対応して、エラー付加回路 153 より出力される SD 画素データから領域切り出し回路 155 で所定領域の SD 画素データ k_i が順次切り出され、

この切り出された各SD画素データ k_i に対してADRC回路156でADRC処理が施されて空間クラス（主に空間内の波形表現のためのクラス分類）のクラス情報としての再量子化コード q_i が得られる。

【0067】

また、予測対象画素値としての各HD画素データ y にそれぞれ対応して、エラー付加回路153より出力されるSD画素データから領域切り出し回路157で所定領域のSD画素データ m_i, n_i が順次切り出され、この切り出された各SD画素データ m_i, n_i より動きクラス決定回路158で動きクラス（主に動きの程度を表すためのクラス分類）を示すクラス情報MVが得られる。そして、このクラス情報MVと上述したADRC回路156で得られる再量子化コード q_i とからクラスコード発生回路159で、予測対象画素値とし

10

【0068】

また、予測対象画素値としての各HD画素データ y にそれぞれ対応して、エラー付加回路153より出力されるSD画素データから領域切り出し回路160で所定領域のSD画素データ x_i が順次切り出される。そして、入力端子151に供給されるHD画素データより得られる予測対象画素値としての各HD画素データ y と、予測対象画素値としての各HD画素データ y にそれぞれ対応して領域切り出し回路160で順次切り出された予測タップ画素値としてのSD画素データ x_i と、予測対象画素値としての各HD画素データ y にそれぞれ対応してクラスコード発生回路159より出力されるクラスコードCLとから、

20

正規方程式生成回路161では、各クラス毎に、 n 個の係数データ w_i を生成するための正規方程式が生成される。そして、予測係数決定回路162でその正規方程式が解かれ、各クラス毎の係数データ w_i が求められ、その係数データ w_i はクラス別にアドレス分割されたメモリ163に記憶される。

【0069】

このように、図8に示す係数データ生成装置150においては、エラー付加回路153で付加されるエラーを順次変更することで、異なるエラー状態のSD画素データに対応する係数データ w_i を順次生成することができる。

【0070】

なお、上述実施の形態においては、空間波形を少ないビット数でパターン化する情報圧縮手段として、ADRC回路103, 156を設けることにしたが、これはほんの一例であり、信号波形のパターンの少ないクラスで表現できるような情報圧縮手段であれば何を設けるかは自由であり、例えばDPCM (Differential Pulse Code Modulation) やVQ (Vector Quantization) 等の圧縮手段を用いてもよい。

30

【0071】

また、上述実施の形態においては、NTSC方式のビデオ信号をハイビジョンのビデオ信号に変換する例を示したが、この発明はそれに限定されるものでなく、線形推定式を使用して第1の画像信号をこの第1の画像信号と同じあるいはそれより多い画素数の第2の画像信号に変換する場合に適用できることは勿論である。

【0072】

40

【発明の効果】

この発明によれば、線形推定式を使用して第1の画像信号をこの第1の画像信号と同じあるいはそれより多い画素数の第2の画像信号に変換する際に、第1の画像信号のエラー状態に応じた係数データを選択的に使用可能とするものであり、第1の画像信号のエラー状態に応じて、変換処理を適切に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態としての画像信号変換装置の構成を示すブロック図である。

【図2】SD画素とHD画素の位置関係を説明するための略線図である。

【図3】SD画素とHD画素の位置関係を説明するための略線図である。

【図4】空間クラス分類に使用するSD画素データを説明するための略線図である。

50

【図 5】動きクラス分類に使用する S D 画素データを説明するための略線図である。

【図 6】推定演算に使用する S D 画素データを説明するための略線図である。

【図 7】予測係数の学習フローを示すフローチャートである。

【図 8】係数データ生成装置の構成例を示すブロック図である。

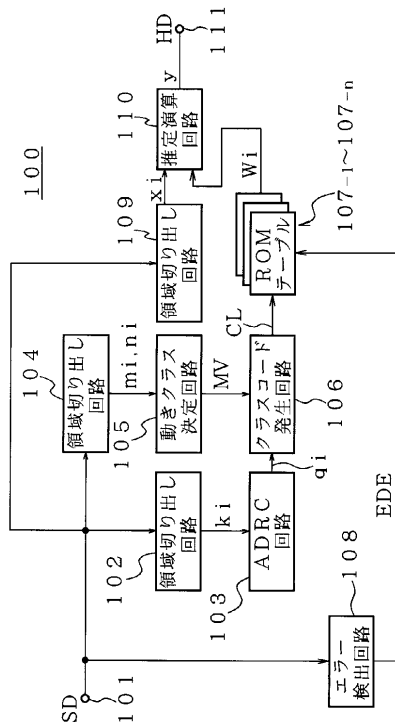
【符号の説明】

100・・・画像信号変換装置、101・・・入力端子、102, 104, 109・・・領域切り出し回路、103・・・ADRC回路、105・・・動きクラス決定回路、106・・・クラスコード発生回路、107₋₁～107_{-n}・・・ROMテーブル、108・・・エラー検出回路、110・・・推定演算回路、111・・・出力端子、150・・・係数データ生成装置、151・・・入力端子、152・・・間引き回路、153・・・エラー付加回路、155, 157, 160・・・領域切り出し回路、156・・・ADRC回路、158・・・動きクラス決定回路、159・・・クラスコード発生回路、161・・・正規方程式生成回路、162・・・予測係数決定回路、163・・・メモリ

10

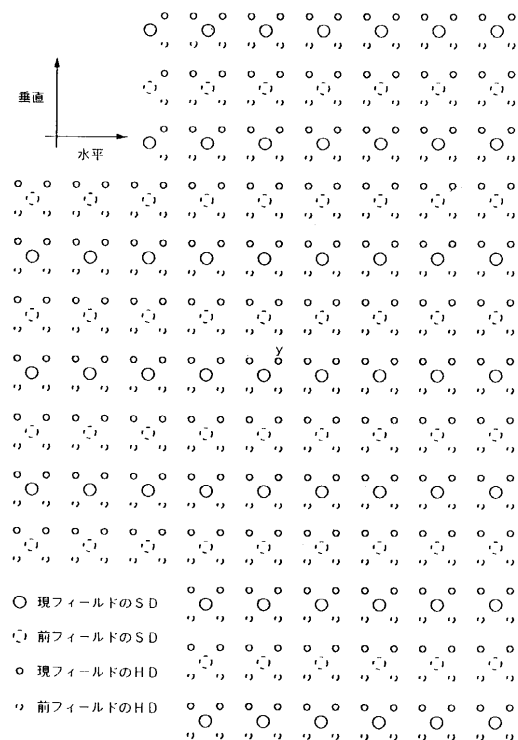
【図 1】

画像信号変換装置



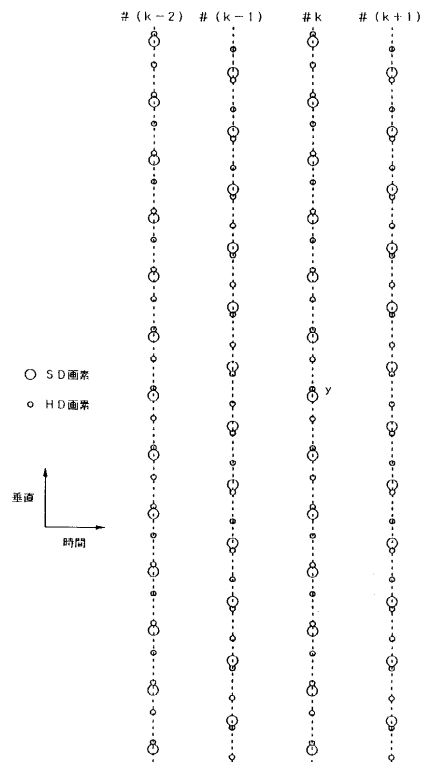
【図 2】

S D 画素と H D 画素の位置関係



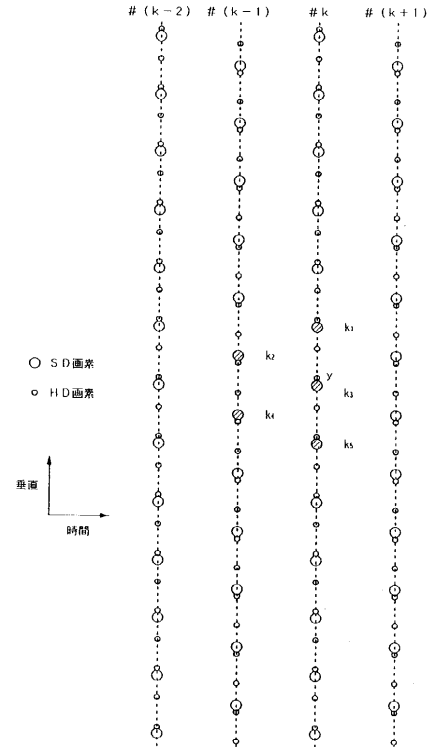
【図 3】

SD画素とHD画素の位置関係



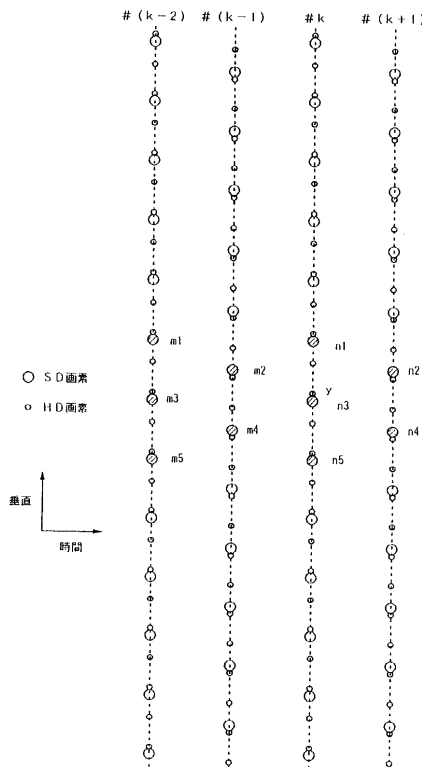
【図 4】

空間クラス分類に使用するSD画素データ



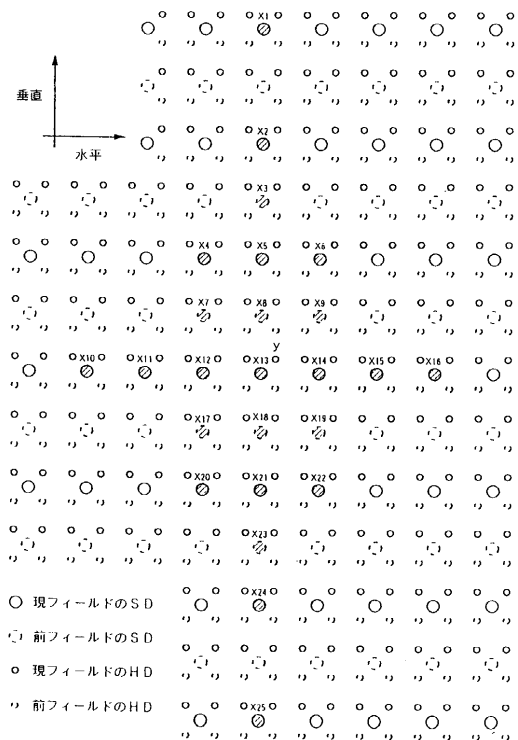
【図 5】

動きクラス分類に使用するSD画素データ



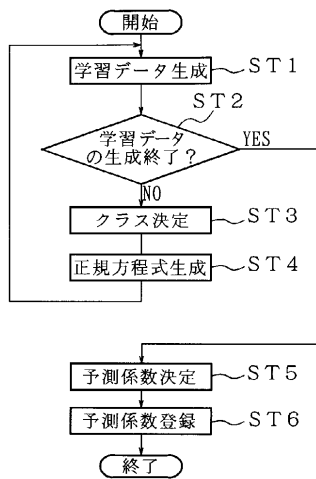
【図 6】

推定演算に使用するSD画素データ



【図 7】

予測係数の学習フロー



【図 8】

係数データ生成装置

