

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4102198号
(P4102198)

(45) 発行日 平成20年6月18日(2008.6.18)

(24) 登録日 平成20年3月28日(2008.3.28)

(51) Int.Cl.		F I			
G06T	5/20	(2006.01)	G06T	5/20	J
G06T	1/20	(2006.01)	G06T	1/20	B
H04N	1/409	(2006.01)	H04N	1/40	I O I D

請求項の数 3 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2002-586286 (P2002-586286)	(73) 特許権者	591003943 インテル・コーポレーション アメリカ合衆国 95052 カリフォル ニア州・サンタクララ・ミッション カレ ッジ プーレバード・2200
(86) (22) 出願日	平成14年4月12日(2002.4.12)	(74) 代理人	100064621 弁理士 山川 政樹
(65) 公表番号	特表2005-505027 (P2005-505027A)	(72) 発明者	アチャリヤ, ティンク アメリカ合衆国・85226・アリゾナ州 ・チャンドラー・ウエスト エリー スト リート・4840
(43) 公表日	平成17年2月17日(2005.2.17)	審査官	▲広▼島 明芳
(86) 国際出願番号	PCT/US2002/011753		
(87) 国際公開番号	W02002/089061		
(87) 国際公開日	平成14年11月7日(2002.11.7)		
審査請求日	平成17年4月8日(2005.4.8)		
(31) 優先権主張番号	09/846,609		
(32) 優先日	平成13年4月30日(2001.4.30)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 2次元ピラミッド・フィルタ・アーキテクチャ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

次数 $2N - 1$ の2次元ピラミッド・フィルタ・アーキテクチャを含み、 N は5より大きい正の整数であって、

前記次数 $2N - 1$ の2次元ピラミッド・フィルタ・アーキテクチャが、動作中にそれぞれのクロック・サイクルで、少なくとも

次数 $2N - 1$ の14個の1次元ピラミッド・フィルタによって生成された出力信号に対応するピラミッド・フィルタリング済み出力信号と、

次数 $[2(N - 1) - 1]$ の4つの2次元ピラミッド・フィルタ、または、次数 $[2(N - 1) - 1]$ の信号サンプル行列を使用する次数 $[2(N - 1) - 1]$ の1つの2次元ピラミッド・フィルタのいずれかによって生成された、出力信号に対応するピラミッド・フィルタリング済み出力信号とを生成可能であり、

前記2次元ピラミッド・フィルタ・アーキテクチャ内のそれぞれの出力信号が、前記2次元ピラミッド・フィルタ・アーキテクチャのそれぞれのクロック・サイクルで合計される集積回路。

【請求項2】

次数 $2N - 1$ の2次元ピラミッド・フィルタ・アーキテクチャを使用してイメージをフィルタリングする方法であって、 N は5より大きい正の整数であり、前記方法が、

前記2次元ピラミッド・フィルタ・アーキテクチャのそれぞれのクロック・サイクルで次数 $2N - 1$ の14個の1次元ピラミッド・フィルタによって生成された出力信号に対応

するピラミッド・フィルタリング済み出力信号と、

次数 $[2(N-1)-1]$ の 4 つの 2 次元ピラミッド・フィルタ、または、次数 $[2(N-1)-1]$ の信号サンプル行列を使用する次数 $[2(N-1)-1]$ の 1 つの 2 次元ピラミッド・フィルタのいずれかによって生成された、出力信号に対応するピラミッド・フィルタリング済み出力信号とを、合計することを含む方法。

【請求項 3】

スキャンされたカラー・イメージをフィルタリングするためのイメージ処理ユニットを含むイメージ処理システムであって、

前記イメージ処理ユニットが、少なくとも 1 つの 2 次元ピラミッド・フィルタ・アーキテクチャを含み、

前記少なくとも 1 つの 2 次元ピラミッド・フィルタ・アーキテクチャが、

次数 $2N-1$ の 2 次元ピラミッド・フィルタ・アーキテクチャを含み、 N は 5 より大きい正の整数であって、

前記次数 $2N-1$ の 2 次元ピラミッド・フィルタ・アーキテクチャが、動作中にそれぞれのクロック・サイクルで、少なくとも

次数 $2N-1$ の 14 個の 1 次元ピラミッド・フィルタによって生成された出力信号に対応するピラミッド・フィルタリング済み出力信号と、

次数 $[2(N-1)-1]$ の 4 つの 2 次元ピラミッド・フィルタ、または、次数 $[2(N-1)-1]$ の信号サンプル行列を使用する次数 $[2(N-1)-1]$ の 1 つの 2 次元ピラミッド・フィルタのいずれかによって生成された、出力信号に対応するピラミッド・フィルタリング済み出力信号とを生成可能であり、

前記 2 次元ピラミッド・フィルタ・アーキテクチャ内のそれぞれの出力信号が、前記 2 次元ピラミッド・フィルタ・アーキテクチャのそれぞれのクロック・サイクルで合計されるシステム。

【発明の詳細な説明】

【関連出願】

【0001】

(関連出願)

本特許出願は、本件で請求した主題の譲受人に譲渡され、参照によりすべて本明細書に組み込まれた、2001年1月3日出願の Tinku Acharya による「Multiplierless Pyramid Filter」という名称の米国特許出願第 09/754684 号；2001年3月26日出願の Tinku Acharya による「Two-Dimensional Pyramid Filter Architecture」という名称の米国特許出願第 09/817711 号（代理人整理番号 042390.P11275）；2001年3月28日出願の Tinku Acharya による「Pyramid Filter」という名称の米国特許出願第 09/820108 号（代理人整理番号 042390.P11211）；2001年3月30日出願の Tinku Acharya による「Two-Dimensional Pyramid Filter Architecture」という名称の米国特許出願第 09/823212 号（代理人整理番号 042390.P11276）；2001年3月30日出願の Tinku Acharya による「Two-Dimensional Pyramid Filter Architecture」という名称の米国特許出願第 09/823390 号（代理人整理番号 042390.P11277）に関する。

【技術分野】

【0002】

本発明は、ピラミッド・フィルタに関する。

【背景技術】

【0003】

イメージ処理においては、スキャンされたカラー・イメージなどのイメージを、2つまたはそれ以上の別々のイメージ表現に分解することが好ましい場合が多い。たとえば、カ

10

20

30

40

50

ラーまたはグレイ・スケールのドキュメント・イメージは、時折、典型的な写真複写機またはスキャナ・デバイスで適用される場合、強調、圧縮などの効率的なイメージ処理オペレーションのために背景および前景イメージに分解される。このような状況では、このオペレーションはデスクリーニング・オペレーションと呼ばれることが多い。このデスクリーニングは、元のスキャンされたイメージに存在するであろうハーフトーン・パターンを除去するために適用されることもある。たとえば、これらのハーフトーン・パターンは、適切に除去されないと、人間の目に不快なアーティファクトを生じさせる場合がある。この分解またはデスクリーニングのための従来の方法は、カラー・イメージをぼかすためにフィルタリングすることである。こうしてぼかされた結果は、分解するためにイメージをどの程度ぼかしたり鮮明にしたりするかを決定する際の支援として使用される。典型的には、このぼかしは「対称ピラミッド」フィルタを使用して達成することができる。対称ピラミッド有限インパルス応答(FIR)フィルタがよく知られている。

10

【0004】

ただし、このイメージ処理技法の欠点の1つは、この技法を前述のように適用する際、複数のぼかされたイメージを生成するためにサイズの異なるいくつかのピラミッド・フィルタが並列に適用されると、複雑さが何倍にも増すことである。この複数のピラミッド・フィルタリング方法のための力まかせの方法が、図1に示されたような複数のFIRフィルタを並列に使用するものである。こうした方法は、単一のソース・イメージから異なるぼかされたイメージを並列に生成するために、高速「対称ピラミッド・フィルタリング」アーキテクチャの設計および実施が望ましいことを実証している。

20

【0005】

図1で各FIRブロックについて括弧内に与えられた数は、対応する長さのピラミッド・フィルタを表す。たとえば、(1, 2, 1)は、次数または長さが3の対称ピラミッド有限インパルス応答(FIR)フィルタのフィルタ係数である。同様に、(1, 2, 3, 2, 1)は次数5のFIRピラミッド・フィルタの係数である、(1, 2, 3, 4, 3, 2, 1)は次数7のFIRピラミッド・フィルタの係数である、(1, 2, 3, 4, 5, 4, 3, 2, 1)は次数9のFIRピラミッド・フィルタの係数である、(1, 2, 3, 4, 5, 6, 5, 4, 3, 2, 1)は次数11のFIRピラミッド・フィルタの係数である、という具合である。

30

【0006】

残念ながら、図1で実証された方法には欠点がある。たとえば、計算が冗長であることから効率が悪い場合がある。同様に、FIRの実施には乗算器回路が使用される。シフティングまたは加算回路などを使用して、乗算器の使用を減らすかまたは避けるための実施があるが、その結果クロッキングが増加し、回路のスループットが低下してしまう場合がある。

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

したがって、ピラミッド・フィルタリングの実施またはアーキテクチャの改善が求められている。

40

【課題を解決するための手段】**【0008】**

主題は、本明細書の結論部分で具体的に指摘され、明確に請求されている。ただし、オペレーションの構成および方法の両方に関して、その目的、特徴、および付属物と共に請求された主題は、添付の図面と共に読めば、以下の詳細な説明を参照することによって、最もよく理解されよう。

【発明を実施するための最良の形態】**【0009】**

以下の詳細な説明では、請求された主題を完全に理解するために多数の特定の細部について記述している。ただし当分野の技術者であれば、記載された主題はこれらの特定の細

50

部なしでも実施可能であることを理解されよう。その他の場合、請求された主題を不鮮明にしないように、よく知られた方法、手順、構成要素、および回路については詳細に記載していない。

【 0 0 1 0 】

前述のように、ピラミッド・フィルタリング、より具体的には対称ピラミッド・フィルタリングは、イメージを、たとえば背景および前景イメージなどに分解またはデスクリーニングするために、カラー・イメージまたはカラー・イメージ処理と関連して使用することができる。請求された主題の範囲はこの点で限定されるものではないが、こうした状況では、計算の複雑さまたは処理および/またはハードウェアのコストを減らすピラミッド・フィルタリング・アーキテクチャが特に望ましい。同様に、乗算器なしの実施、すなわち実施において具体的に乗算を使用しないことも通常は望ましい。なぜなら、こうした実施または実施形態が乗算器回路を使用するかまたは含むものよりも安価に実施できるからである。

10

【 0 0 1 1 】

請求の主題はこの点で限定されるものではないが、図2は、前述の2001年1月3日出願のT. Acharyaによる「Multiplierless Pyramid Filter」という名称の米国特許出願第09/754684号(整理番号042390.P10722)でより詳細に記載されているような、1次元ピラミッド・フィルタの実施形態200を示す図である。実施形態200は、様々な次数を有する一連のピラミッド・フィルタまたはピラミッド・フィルタ・シーケンスに対して複数のフィルタリング済み出力信号ストリームを生成し、この出力信号ストリームが並列に生成される、統一された乗算器なし縦続対称ピラミッド・フィルタリング・アーキテクチャを含む。ただしこの特定の実施形態でも、請求された主題の範囲はこの点で限定されるものではなく、フィルタリング済み出力信号ストリームは、実施される異なる次数の各ピラミッド・フィルタに対して、あらゆるクロック・サイクルで生成される。したがってこの特定の実施形態は、計算が効率的であることに加えて、スループットの点でも良い結果を生み出す。ただし以前に示したように、この特定の実施形態は1次元ピラミッド・フィルタを実施する。

20

【 0 0 1 2 】

図2は、特有の表記法の状況で理解される。たとえば、入力ソース信号Xは、以下のよう示すことができる。

30

【 0 0 1 3 】

【数1】

$$X = (X_0, X_1, \dots, X_{i-2}, X_{i-1}, X_i, X_{i+1}, X_{i+2}, \dots)$$

【 0 0 1 4 】

デジタルまたは離散的信号処理では、フィルタリングを、入力信号Xと、この状況では有限長さのデジタル・フィルタであり本明細書では有限インパルス応答(FIR)フィルタと呼ばれるフィルタFとの、コンボリューション(\times)として表すことができる。したがって、フィルタリング済み出力信号ストリームは、以下のように示される。(訳注:(\times)は実際は下記の式のように丸の中に「 \times 」を書き入れた記号である。)

40

【 0 0 1 5 】

【数2】

$$Y = X \otimes F$$

【 0 0 1 6 】

前述のように、図2の特定の実施形態はピラミッド・フィルタを使用する。これらのフィルタは、典型的には、3、5、7、9などの奇数の長さまたは次数のデジタル・フィルタを使用して実施される。この状況では、奇数の数または次数は $2N - 1$ の形で表すことが可能であり、ここでNはたとえば2よりも大きい正の整数である。こうしたデジタル・フィルタのいくつかの例は、以下のようになる。

50

【 0 0 1 7 】

【 数 3 】

$$F_3 = (1, 2, 1)$$

$$F_5 = (1, 2, 3, 2, 1)$$

$$F_7 = (1, 2, 3, 4, 3, 2, 1)$$

$$F_9 = (1, 2, 3, 4, 5, 4, 3, 2, 1)$$

$$F_{11} = (1, 2, 3, 4, 5, 6, 5, 4, 3, 2, 1)$$

...

$$F_M = (1, 2, 3, \dots, N, \dots, 3, 2, 1) \text{ (このコンテキストでは } M = 2N - 1 \text{)}$$

【 0 0 1 8 】

上記のフィルタの場合、フィルタリング済み出力信号または出力信号ストリームは、以下のように表すことができる。

$B^3 = X(x) F_3 = (b_0^3, b_1^3, \dots, b_{i-1}^3, b_i^3, b_{i+1}^3, \dots)$ 入力信号 X を F_3 でフィルタリングした結果

$B^5 = X(x) F_5 = (b_0^5, b_1^5, \dots, b_{i-1}^5, b_i^5, b_{i+1}^5, \dots)$ 入力信号 X を F_5 でフィルタリングした結果

$B^7 = X(x) F_7 = (b_0^7, b_1^7, \dots, b_{i-1}^7, b_i^7, b_{i+1}^7, \dots)$ 入力信号 X を F_7 でフィルタリングした結果

$B^9 = X(x) F_9 = (b_0^9, b_1^9, \dots, b_{i-1}^9, b_i^9, b_{i+1}^9, \dots)$ 入力信号 X を F_9 でフィルタリングした結果

$B^{11} = X(x) F_{11} = (b_0^{11}, b_1^{11}, \dots, b_{i-1}^{11}, b_i^{11}, b_{i+1}^{11}, \dots)$ 入力信号 X を F_{11} でフィルタリングした結果

.....

$B^M = X(x) F_M = (b_0^M, b_1^M, \dots, b_{i-1}^M, b_i^M, b_{i+1}^M, \dots)$ 入力信号 X を F_M でフィルタリングした結果

【 0 0 1 9 】

これらのフィルタリング済み出力信号サンプルを経験に基づいて表すための代替方法は、以下ようになる。

【 0 0 2 0 】

10

20

30

【数4】

$$b_i^3 = x_{i-1} + 2x_i + x_{i+1}$$

$$b_i^5 = x_{i-2} + 2x_{i-1} + 3x_i + 2x_{i+1} + x_{i+2}$$

$$b_i^7 = x_{i-3} + 2x_{i-2} + 3x_{i-1} + 4x_i + 3x_{i+1} + 2x_{i+2} + x_{i+3}$$

10

$$b_i^9 = x_{i-4} + 2x_{i-3} + 3x_{i-2} + 4x_{i-1} + 5x_i + 4x_{i+1} + 3x_{i+2} + 2x_{i+3} + x_{i+4}$$

$$b_i^{11} = x_{i-5} + 2x_{i-4} + 3x_{i-3} + 4x_{i-2} + 5x_{i-1} + 6x_i + 5x_{i+1} + 4x_{i+2} + 3x_{i+3} + 2x_{i+4} + x_{i+5}$$

【0021】

同様に、このコンテキストでは状態変数と呼ばれるものを導入することにより、上記の式を以下のように書き直すことができる。

20

$b_i^3 = x_i + s_i^3$ この式で、 $s_i^3 = x_{i-1} + x_i + x_{i+1}$
 $b_i^5 = b_i^3 + s_i^5$ この式で、 $s_i^5 = x_{i-2} + x_{i-1} + x_i + x_{i+1} + x_{i+2}$
 $b_i^7 = b_i^5 + s_i^7$ この式で、 $s_i^7 = x_{i-3} + x_{i-2} + x_{i-1} + x_i + x_{i+1} + x_{i+2} + x_{i+3}$
 $b_i^9 = b_i^7 + s_i^9$ この式で、 $s_i^9 = x_{i-4} + x_{i-3} + x_{i-2} + x_{i-1} + x_i + x_{i+1} + x_{i+2} + x_{i+3} + x_{i+4}$
 $b_i^{11} = b_i^9 + s_i^{11}$ この式で、 $s_i^{11} = x_{i-5} + x_{i-4} + x_{i-3} + x_{i-2} + x_{i-1} + x_i + x_{i+1} + x_{i+2} + x_{i+3} + x_{i+4} + x_{i+5}$

したがって、所望のピラミッド・フィルタは、以下のように表すことができる。

30

$B^3 = X + S_3$ この式で、 $S_3 = (s_0^3, s_1^3, s_2^3, \dots, s_{i-1}^3, s_i^3, s_{i+1}^3, \dots)$
 $B^5 = B^3 + S_5$ この式で、 $S_5 = (s_0^5, s_1^5, s_2^5, \dots, s_{i-1}^5, s_i^5, s_{i+1}^5, \dots)$
 $B^7 = B^5 + S_7$ この式で、 $S_7 = (s_0^7, s_1^7, s_2^7, \dots, s_{i-1}^7, s_i^7, s_{i+1}^7, \dots)$
 $B^9 = B^7 + S_9$ この式で、 $S_9 = (s_0^9, s_1^9, s_2^9, \dots, s_{i-1}^9, s_i^9, s_{i+1}^9, \dots)$
 $B^{11} = B^9 + S_{11}$ この式で、 $S_{11} = (s_0^{11}, s_1^{11}, s_2^{11}, \dots, s_{i-1}^{11}, s_i^{11}, s_{i+1}^{11}, \dots)$

40

【0022】

図2の研究は、図2に示されたピラミッド・フィルタの算出された出力信号ストリーム、 B_3 、 B_5 、 B_7 、 B_9 、 B_{11} などが、例示された実施形態によって生成されることを示している。

【0023】

前述のピラミッド・フィルタの考察は、1次元フィルタリングのコンテキストで生じるものであるが、少なくとも一部はこうしたフィルタの対称性により、特別な計算ステップを使用する行方向および列方向の1次元様式で計算する代わりに、ピラミッド2次元フィルタリングを実施することが可能である。1次元のkタップのピラミッド・フィルタを、 $F_k = [1 \ 2 \ 3 \ \dots \ ((k-1)/2) \ \dots \ 3 \ 2 \ 1]$ で表す場合、対

50

応する2次元ピラミッド・フィルタ $F_{k \times k}$ は、図6に示されるように導出することができる。図7には、 $k = 1$ の場合の2次元ピラミッド・フィルタ・カーネルを示した。図5に示された形を有する2次元入力信号、たとえば信号サンプルを想定すると、図4は、ここでは結果的に2次元フィルタリング済み信号サンプル出力 $P^{k \times k}$ が得られる行列を示す表であり、2次元入力信号サンプル行列が2次元ピラミッド・フィルタ・カーネル $F_{k \times k}$ を使用してフィルタリングされる。

【0024】

図8に示された行列は、2次元入力信号サンプル行列のあらゆる行で1次元 k タップ・ピラミッド・フィルタを適用することによって得られ、図9に示された行列は、2次元入力信号サンプル行列のあらゆる列で1次元 k タップ・ピラミッド・フィルタを適用することによって得られる。図4の行列は、2次元入力信号サンプル行列に2次元($k \times k$)タップ・フィルタを適用することによって得られるか、あるいは1次元 k タップ・ピラミッド・フィルタを行方向に適用した後、列方向に適用することによって得られる。この方法をフィルタリング済み信号サンプル出力 $P^{1 \times 3}$ 、 $P^{3 \times 1}$ 、および $P^{3 \times 3}$ に適用すると、以下の関係が生じる。

【0025】

【数5】

$$P_{i,j}^{1 \times 3} = s_{i,j-1} + 2s_{i,j} + s_{i,j+1}$$

$$P_{i,j}^{3 \times 1} = s_{i-1,j} + 2s_{i,j} + s_{i+1,j}$$

$$P_{i,j}^{3 \times 3} = s_{i-1,j-1} + 2s_{i-1,j} + s_{i-1,j+1} + 2s_{i,j-1} + 4s_{i,j} + 2s_{i,j+1} + s_{i+1,j-1} + 2s_{i+1,j} + s_{i+1,j+1}$$

【0026】

フィルタリング済み信号サンプル出力 $P^{5 \times 1}$ 、 $P^{1 \times 5}$ 、および $P^{5 \times 5}$ を生成すると、以下の関係が生じる。

【0027】

【数6】

$$P_{i,j}^{5 \times 1} = s_{i-2,j} + 2s_{i-1,j} + 3s_{i,j} + 2s_{i+1,j} + s_{i+2,j}$$

$$P_{i,j}^{1 \times 5} = s_{i,j-2} + 2s_{i,j-1} + 3s_{i,j} + 2s_{i,j+1} + s_{i,j+2}$$

$$\begin{aligned} P_{i,j}^{5 \times 5} = & (s_{i-2,j-2} + 2s_{i-2,j-1} + 3s_{i-2,j} + 2s_{i-2,j+1} + s_{i-2,j+2}) + (2s_{i-1,j-2} + 4s_{i-1,j-1} + 6s_{i-1,j} + 4s_{i-1,j+1} + 2s_{i-1,j+2}) \\ & + (3s_{i,j-2} + 6s_{i,j-1} + 9s_{i,j} + 6s_{i,j+1} + 3s_{i,j+2}) + (2s_{i+1,j-2} + 4s_{i+1,j-1} + 6s_{i+1,j} + 4s_{i+1,j+1} + 2s_{i+1,j+2}) \\ & + (s_{i+2,j-2} + 2s_{i+2,j-1} + 3s_{i+2,j} + 2s_{i+2,j+1} + s_{i+2,j+2}) \end{aligned}$$

【0028】

同様に、フィルタリング済み信号サンプル出力 $P^{7 \times 1}$ 、 $P^{1 \times 7}$ 、および $P^{7 \times 7}$ を生成すると、以下の関係が生じる。

【0029】

【数7】

$$P_{i,j}^{7 \times 1} = s_{i-3,j} + 2s_{i-2,j} + 3s_{i-1,j} + 4s_{i,j} + 3s_{i+1,j} + 2s_{i+2,j} + s_{i+3,j}$$

$$P_{i,j}^{1 \times 7} = s_{i,j-3} + 2s_{i,j-2} + 3s_{i,j-1} + 4s_{i,j} + 3s_{i,j+1} + 2s_{i,j+2} + s_{i,j+3}$$

$$\begin{aligned} P_{i,j}^{7 \times 7} = & (s_{i-3,j-3} + 2s_{i-3,j-2} + 3s_{i-3,j-1} + 4s_{i-3,j} + 3s_{i-3,j+1} + 2s_{i-3,j+2} + s_{i-3,j+3}) + \\ & (2s_{i-2,j-3} + 4s_{i-2,j-2} + 6s_{i-2,j-1} + 8s_{i-2,j} + 6s_{i-2,j+1} + 4s_{i-2,j+2} + 2s_{i-2,j+3}) + \\ & (3s_{i-1,j-3} + 6s_{i-1,j-2} + 9s_{i-1,j-1} + 12s_{i-1,j} + 9s_{i-1,j+1} + 6s_{i-1,j+2} + 3s_{i-1,j+3}) + \\ & (4s_{i,j-3} + 8s_{i,j-2} + 12s_{i,j-1} + 16s_{i,j} + 12s_{i,j+1} + 8s_{i,j+2} + 4s_{i,j+3}) + \\ & (3s_{i+1,j-3} + 6s_{i+1,j-2} + 9s_{i+1,j-1} + 12s_{i+1,j} + 9s_{i+1,j+1} + 6s_{i+1,j+2} + 3s_{i+1,j+3}) + \\ & (2s_{i+2,j-3} + 4s_{i+2,j-2} + 6s_{i+2,j-1} + 8s_{i+2,j} + 6s_{i+2,j+1} + 4s_{i+2,j+2} + 2s_{i+2,j+3}) + \\ & (s_{i+3,j-3} + 2s_{i+3,j-2} + 3s_{i+3,j-1} + 4s_{i+3,j} + 3s_{i+3,j+1} + 2s_{i+3,j+2} + s_{i+3,j+3}) \end{aligned}$$

10

【0030】

同様に、フィルタリング済み信号サンプル出力 $P^{9 \times 1}$ 、 $P^{1 \times 9}$ 、および $P^{9 \times 9}$ を生成すると、以下の関係が生じる。

【0031】

【数8】

$$P_{i,j}^{9 \times 1} = s_{i-4,j} + 2s_{i-3,j} + 3s_{i-2,j} + 4s_{i-1,j} + 5s_{i,j} + 4s_{i+1,j} + 3s_{i+2,j} + 2s_{i+3,j} + s_{i+4,j}$$

$$P_{i,j}^{1 \times 9} = s_{i,j-4} + 2s_{i,j-3} + 3s_{i,j-2} + 4s_{i,j-1} + 5s_{i,j} + 4s_{i,j+1} + 3s_{i,j+2} + 2s_{i,j+3} + s_{i,j+4}$$

30

$$\begin{aligned} P_{i,j}^{9 \times 9} = & (s_{i-4,j-4} + 2s_{i-4,j-3} + 3s_{i-4,j-2} + 4s_{i-4,j-1} + 5s_{i-4,j} + 4s_{i-4,j+1} + 3s_{i-4,j+2} + 2s_{i-4,j+3} + s_{i-4,j+4}) + \\ & (2s_{i-3,j-4} + 4s_{i-3,j-3} + 6s_{i-3,j-2} + 8s_{i-3,j-1} + 10s_{i-3,j} + 8s_{i-3,j+1} + 6s_{i-3,j+2} + 4s_{i-3,j+3} + 2s_{i-3,j+4}) + \\ & (3s_{i-2,j-4} + 6s_{i-2,j-3} + 9s_{i-2,j-2} + 12s_{i-2,j-1} + 15s_{i-2,j} + 12s_{i-2,j+1} + 9s_{i-2,j+2} + 6s_{i-2,j+3} + 3s_{i-2,j+4}) + \\ & (4s_{i-1,j-4} + 8s_{i-1,j-3} + 12s_{i-1,j-2} + 16s_{i-1,j-1} + 20s_{i-1,j} + 16s_{i-1,j+1} + 12s_{i-1,j+2} + 8s_{i-1,j+3} + 4s_{i-1,j+4}) + \\ & (5s_{i,j-4} + 10s_{i,j-3} + 15s_{i,j-2} + 20s_{i,j-1} + 25s_{i,j} + 20s_{i,j+1} + 15s_{i,j+2} + 10s_{i,j+3} + 5s_{i,j+4}) + \\ & (4s_{i+1,j-4} + 8s_{i+1,j-3} + 12s_{i+1,j-2} + 16s_{i+1,j-1} + 20s_{i+1,j} + 16s_{i+1,j+1} + 12s_{i+1,j+2} + 8s_{i+1,j+3} + 4s_{i+1,j+4}) + \\ & (3s_{i+2,j-4} + 6s_{i+2,j-3} + 9s_{i+2,j-2} + 12s_{i+2,j-1} + 15s_{i+2,j} + 12s_{i+2,j+1} + 9s_{i+2,j+2} + 6s_{i+2,j+3} + 3s_{i+2,j+4}) + \\ & (2s_{i+3,j-4} + 4s_{i+3,j-3} + 6s_{i+3,j-2} + 8s_{i+3,j-1} + 10s_{i+3,j} + 8s_{i+3,j+1} + 6s_{i+3,j+2} + 4s_{i+3,j+3} + 2s_{i+3,j+4}) + \\ & (s_{i+4,j-4} + 2s_{i+4,j-3} + 3s_{i+4,j-2} + 4s_{i+4,j-1} + 5s_{i+4,j} + 4s_{i+4,j+1} + 3s_{i+4,j+2} + 2s_{i+4,j+3} + s_{i+4,j+4}) \end{aligned}$$

40

【0032】

さらに、フィルタリング済み信号サンプル出力 $P^{11 \times 1}$ 、 $P^{1 \times 11}$ 、および $P^{11 \times 11}$ を生成すると、以下の関係が生じる。

【0033】

【数 9】

$$P_{i,j}^{11x1} = s_{i-5,j} + 2s_{i-4,j} + 3s_{i-3,j} + 4s_{i-2,j} + 5s_{i-1,j} + 6s_{i,j} + 5s_{i+1,j} + 4s_{i+2,j} + 3s_{i+3,j} + 2s_{i+4,j} + s_{i+5,j}$$

$$P_{i,j}^{1x11} = s_{i,j-5} + 2s_{i,j-4} + 3s_{i,j-3} + 4s_{i,j-2} + 5s_{i,j-1} + 6s_{i,j} + 5s_{i,j+1} + 4s_{i,j+2} + 3s_{i,j+3} + 2s_{i,j+4} + s_{i,j+5}$$

$$\begin{aligned}
 P_{i,j}^{11x11} = & (s_{i-5,j-5} + 2s_{i-5,j-4} + 3s_{i-5,j-3} + 4s_{i-5,j-2} + 5s_{i-5,j-1} + 6s_{i-5,j} + \\
 & 5s_{i-5,j+1} + 4s_{i-5,j+2} + 3s_{i-5,j+3} + 2s_{i-5,j+4} + s_{i-5,j+5}) + \\
 & (2s_{i-4,j-5} + 4s_{i-4,j-4} + 6s_{i-4,j-3} + 8s_{i-4,j-2} + 10s_{i-4,j-1} + 12s_{i-4,j} + \\
 & 10s_{i-4,j+1} + 8s_{i-4,j+2} + 6s_{i-4,j+3} + 4s_{i-4,j+4} + 2s_{i-4,j+5}) + \\
 & (3s_{i-3,j-5} + 6s_{i-3,j-4} + 9s_{i-3,j-3} + 12s_{i-3,j-2} + 15s_{i-3,j-1} + 18s_{i-3,j} + \\
 & 15s_{i-3,j+1} + 12s_{i-3,j+2} + 9s_{i-3,j+3} + 6s_{i-3,j+4} + s_{i-3,j+5}) + \\
 & (4s_{i-2,j-5} + 8s_{i-2,j-4} + 12s_{i-2,j-3} + 16s_{i-2,j-2} + 20s_{i-2,j-1} + 24s_{i-2,j} + \\
 & 20s_{i-2,j+1} + 16s_{i-2,j+2} + 12s_{i-2,j+3} + 8s_{i-2,j+4} + 4s_{i-2,j+5}) + \\
 & (5s_{i-1,j-5} + 10s_{i-1,j-4} + 15s_{i-1,j-3} + 20s_{i-1,j-2} + 25s_{i-1,j-1} + 30s_{i-1,j} + \\
 & 25s_{i-1,j+1} + 20s_{i-1,j+2} + 15s_{i-1,j+3} + 10s_{i-1,j+4} + 5s_{i-1,j+5}) + \\
 & (6s_{i,j-5} + 12s_{i,j-4} + 18s_{i,j-3} + 24s_{i,j-2} + 30s_{i,j-1} + 36s_{i,j} + 30s_{i,j+1} + \\
 & 24s_{i,j+2} + 18s_{i,j+3} + 12s_{i,j+4} + 6s_{i,j+5}) + \\
 & (5s_{i+1,j-5} + 10s_{i+1,j-4} + 15s_{i+1,j-3} + 20s_{i+1,j-2} + 25s_{i+1,j-1} + 30s_{i+1,j} + \\
 & 25s_{i+1,j+1} + 20s_{i+1,j+2} + 15s_{i+1,j+3} + 10s_{i+1,j+4} + 5s_{i+1,j+5}) + \\
 & (4s_{i+2,j-5} + 8s_{i+2,j-4} + 12s_{i+2,j-3} + 16s_{i+2,j-2} + 20s_{i+2,j-1} + 24s_{i+2,j} + \\
 & 20s_{i+2,j+1} + 16s_{i+2,j+2} + 12s_{i+2,j+3} + 8s_{i+2,j+4} + 4s_{i+2,j+5}) + \\
 & (3s_{i+3,j-5} + 6s_{i+3,j-4} + 9s_{i+3,j-3} + 12s_{i+3,j-2} + 15s_{i+3,j-1} + 18s_{i+3,j} + \\
 & 15s_{i+3,j+1} + 12s_{i+3,j+2} + 9s_{i+3,j+3} + 6s_{i+3,j+4} + 3s_{i+3,j+5}) + \\
 & (2s_{i+4,j-5} + 4s_{i+4,j-4} + 6s_{i+4,j-3} + 8s_{i+4,j-2} + 10s_{i+4,j-1} + 12s_{i+4,j} + \\
 & 10s_{i+4,j+1} + 8s_{i+4,j+2} + 6s_{i+4,j+3} + 4s_{i+4,j+4} + 2s_{i+4,j+5}) + \\
 & (s_{i+5,j-5} + 2s_{i+5,j-4} + 3s_{i+5,j-3} + 4s_{i+5,j-2} + 5s_{i+5,j-1} + 6s_{i+5,j} + \\
 & 5s_{i+5,j+1} + 4s_{i+5,j+2} + 3s_{i+5,j+3} + 2s_{i+5,j+4} + s_{i+5,j+5})
 \end{aligned}$$

【0034】

数学的に処理すると、以下が得られる。

【0035】

【数10】

$$\begin{aligned}
 P_{i,j}^{11x11} = & (P_{i-1,j-1}^{9x9} + P_{i-1,j+1}^{9x9} + P_{i+1,j-1}^{9x9} + P_{i+1,j+1}^{9x9}) \\
 & - (P_{i,j-3}^{11x1} + 2P_{i,j-2}^{11x1} + 3P_{i,j-1}^{11x1} + 2P_{i,j}^{11x1} + 3P_{i,j+1}^{11x1} + 2P_{i,j+2}^{11x1} + P_{i,j+3}^{11x1}) \\
 & - (P_{i-3,j}^{1x11} + 2P_{i-2,j}^{1x11} + 3P_{i-1,j}^{1x11} + 2P_{i,j}^{1x11} + 3P_{i+1,j}^{1x11} + 2P_{i+2,j}^{1x11} + P_{i+3,j}^{1x11}) \\
 & - P_{i,j}^{7x7} + 2(P_{i,j}^{7x1} + P_{i,j}^{1x7}) - 4s_{i,j}
 \end{aligned} \tag{1}$$

【0036】

上記の数式 [1] は、次数 $2N - 1$ の直接 2 次元ピラミッド・フィルタ・アーキテクチャが (この例では N は 6)、次数 $[2(N - 1) - 1]$ 、すなわち 9 の 4 つの 2 次元ピラミッド・フィルタを使用するか、または、4 つの信号サンプル行列 $P^{9 \times 9}_{i-1, j-1}$ 、 P

10

20

30

40

50

9×9 $P^{9 \times 9}_{i-1, j+1}$ 、 $P^{9 \times 9}_{i+1, j-1}$ 、 $P^{9 \times 9}_{i+1, j+1}$ 、および次数 $2N - 1$ (この例では N は 11) のフィルタが行方向と列方向の 14 個の 1 次元ピラミッド・フィルタを使用する次数 $[2(N - 1) - 1]$ の 1 つの 2 次元ピラミッド・フィルタのいずれかを使用して潜在的に実施可能であることを示している。また、次数 $[2(N - 2) - 1]$ (すなわち 7) の 1 つの 2 次元ピラミッド・フィルタを使用して $P^{7 \times 7}_{i, j}$ を生成し、次数 $[2(N - 2) - 1]$ (すなわちここでは 7) のこの例では 2 つの 1 次元ピラミッド・フィルタを使用して 2 つの信号サンプル行列 $P^{7 \times 1}_{i, j}$ 、 $P^{1 \times 7}_{i, j}$ を生成する。図 3 は、こうした実施形態を示す概略図であるが、もちろん請求された主題の範囲はこの特定の実施または実施形態に限定されるものではない。たとえば次数 $2(N - 1) - 1$ 、ここでは N が 6 であるため次数 9 の、4 つの 2 次元ピラミッド・フィルタによって生成された出力信号サンプルに対応する出力信号サンプルおよび次数 $2(N - 2) - 1$ 、ここでは次数 7 の 2 次元ピラミッド・フィルタによって生成された出力信号サンプルは、必ずしも 2 次元ピラミッド・フィルタで生成しなくてもよい。一例として、これらの出力信号は 1 次元ピラミッド・フィルタを使用して生成してもよい。こうしたフィルタの 1 つが図 2 に示されているが、ここでも、図 3 に示されたアーキテクチャ用の出力信号を生成するために、追加の方法を使用することができる。

【0037】

図 3 は、集積回路 (IC) 300 を示した図であるが、もちろん必ずしも単一の集積回路チップ上で代替の実施形態を実施しなくてもよい。IC 300 は、次数 $2N - 1$ の 2 次元ピラミッド・フィルタ・アーキテクチャを含み、ここで N は 5 よりも大きい正の整数、この例では 6 であり、動作中、それぞれのクロック・サイクルで少なくとも以下のものを生成することができる。図 3 では、ピラミッド・フィルタリング済み出力信号は、次数 $2N - 1$ 、ここでも N は 6 であるためこの例では次数 11 の、14 個の 1 次元ピラミッド・フィルタ、330、332、334、340、342、344、350、352、354、360、362、364、366、および 368 によって生成された出力信号に対応して生成される。ピラミッド・フィルタリング済み出力信号は、4 つの 2 次元ピラミッド・フィルタ、あるいは、信号サンプル行列 $P^{9 \times 9}_{i-1, j-1}$ 、 $P^{9 \times 9}_{i-1, j+1}$ 、 $P^{9 \times 9}_{i+1, j-1}$ 、 $P^{9 \times 9}_{i+1, j+1}$ を使用する次数 $[2(N - 1) - 1]$ すなわち N は 6 であるためここでは次数 9 の 1 つの 2 次元ピラミッドの、いずれかによって生成された出力信号に対応して生成される。これらの出力信号は、図 3 の加算器 310 で合計される。ピラミッド・フィルタリング済み出力信号はまた、信号サンプル行列 $P^{7 \times 7}_{i, j}$ を使用する次数 $[2(N - 2) - 1]$ すなわち N は 6 であるためここでは次数 7 の 1 つの 2 次元ピラミッド・フィルタおよび信号サンプル行列 $P^{7 \times 1}_{i, j}$ 、 $P^{1 \times 7}_{i, j}$ を使用する次数 $2(N - 2) - 1$ の 2 つの 1 次元ピラミッド・フィルタによって生成された出力信号に対応して生成される。これらの 3 つの出力信号 $P^{7 \times 7}_{i, j}$ 、 $P^{7 \times 1}_{i, j}$ 、 $P^{1 \times 7}_{i, j}$ 、および入力信号 $s_{i, j}$ は、図 3 の加算器 390 で合計される。同様に、図 3 の実装におけるこの 2 次元ピラミッド・フィルタ・アーキテクチャ実装でのそれぞれの出力信号、たとえば出力信号 330、332、334、340、342、344、350、352、354、360、362、364、366、および 368 は、図 3 の加算器 370 および 375 によって、2 次元ピラミッド・フィルタ・アーキテクチャのそれぞれのクロック・サイクルで合計される。加算器 380 によって出力信号 310、370、375、および 390 は合計される。もちろん、図 3 は実施の可能な一例にすぎず、請求された主題の範囲はこの実施または他の特定の実施に限定されるものではない。

【0038】

たとえば、 N は 6 に限定されるものではない。同様に、2 次元ピラミッド・フィルタによって生成された出力信号に対応するピラミッド・フィルタリング済み出力信号は、1 次元ピラミッド・フィルタまたは 2 次元ピラミッド・フィルタによって実施されるものとは限定されない。同様に、前述のように、1 次元フィルタが使用される場合、フィルタは前述の 2001 年 1 月 3 日出願の Tinku Acharya による「Multiplierless Pyramid Filter」という名称の米国特許出願第 09/754

10

20

30

40

50

684号または前述の2001年3月28日出願のTinku Acharyaによる「Pyramid Filter」という名称の米国特許出願第09/820108号(代理人整理番号042390.P11211)に記載された実施方法に限定されるものではない。たとえば、乗算器なしピラミッド・フィルタ以外の1次元ピラミッド・フィルタを使用することができる。同様に、実施に応じて、様々な数のこうしたピラミッド・フィルタおよび様々な次数のこうしたピラミッド・フィルタを使用することができる。たとえば、出力信号は、様々な数、寸法、または次数のピラミッド・フィルタに対応するピラミッド・フィルタリング済み出力信号を生成するように、組み合わせるかまたは処理することができる。

【0039】

もちろん、これまで特定の実施形態について説明してきたが、請求した主題の範囲は特定の実施形態または実施に限定されるものではないことを理解されよう。たとえば、一実施形態はハードウェアで可能であり、他の実施形態はソフトウェアで可能である。同様に、一実施形態は、ファームウェア、あるいはたとえばハードウェア、ソフトウェア、またはファームウェアの任意の組合せで可能である。同様に、請求した主題の範囲はこの点で限定されるものではないが、一実施形態は記憶媒体などの製品を含むことができる。たとえばCD-ROMまたはディスクなどのこうした記憶媒体は、その上に命令を格納することが可能であり、この命令がコンピュータ・システムまたはプラットフォーム、あるいはイメージング・システムなどのシステムによって実行されると、結果として、たとえば前述のようにイメージまたはビデオをフィルタリングまたは処理する方法の一実施形態などの請求した主題に従った方法の一実施形態が実行されることになる。たとえば、イメージ処理プラットフォームまたはイメージ処理システムは、イメージ処理ユニット、ビデオまたはイメージ入出力デバイス、および/またはメモリを含むことができる。

【0040】

以上、本発明の一定の特徴について本明細書で例示および説明してきたが、これで当分野の技術者であれば、多くの修正、置換、変更、および等価形態を思いつくであろう。したがって、添付の特許請求の範囲は、請求した主題の真の精神を逸脱することなく、こうしたすべての修正および変更をカバーすることを意図したものであることが理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】有限インパルス応答(FIR)の複数のピラミッド・フィルタリング・アーキテクチャを実施するための力まかせの方法を示す構成図である。

【図2】1次元乗算器なしピラミッド・フィルタの一実施形態を示す図である。

【図3】2次元ピラミッド・フィルタ・アーキテクチャの一実施形態を示す図である。

【図4】図3の実施形態によって実施可能なものなどの、2次元ピラミッド・フィルタ・アーキテクチャを実施することで得られる行列の一例を示す表/行列である。

【図5】2次元ピラミッド・フィルタ・アーキテクチャによって動作可能な2次元信号の一例を示す表/行列である。

【図6】行方向および列方向の両方での1次元ピラミッド・フィルタ・カーネルの適用例を示す表/行列である。

【図7】 $k = 11$ の場合の図6の表/行列である。

【図8】1次元ピラミッド・フィルタを2次元入力信号サンプル行列の行に適用した結果を示す表/行列である。

【図9】1次元ピラミッド・フィルタを2次元入力信号サンプル行列の列に適用した結果を示す表/行列である。

10

20

30

40

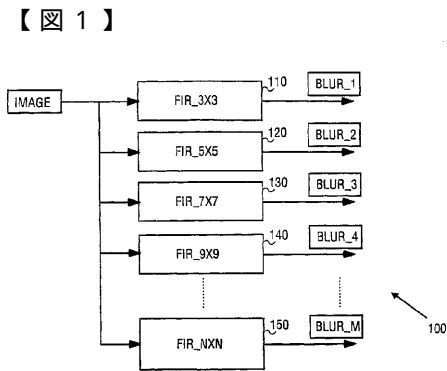


FIG. 1

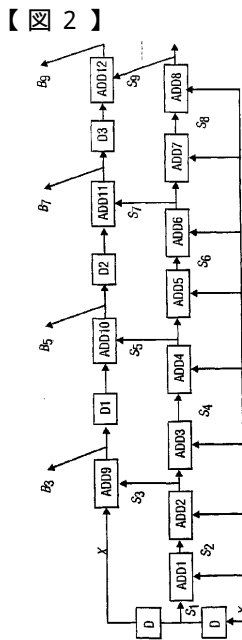


FIG. 2

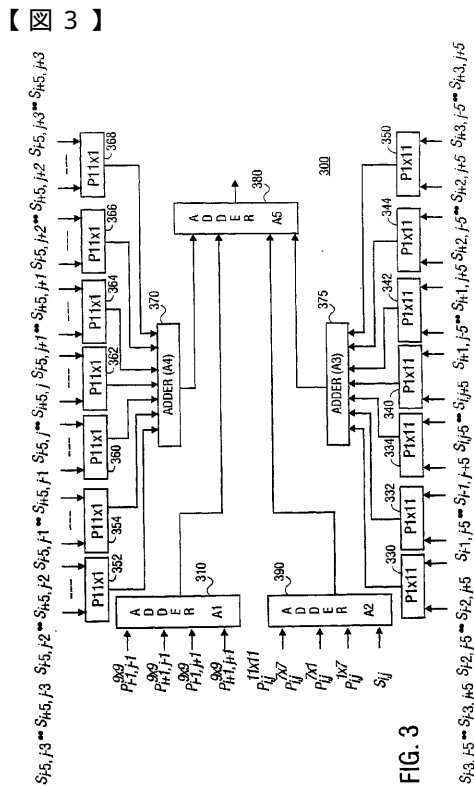


FIG. 3

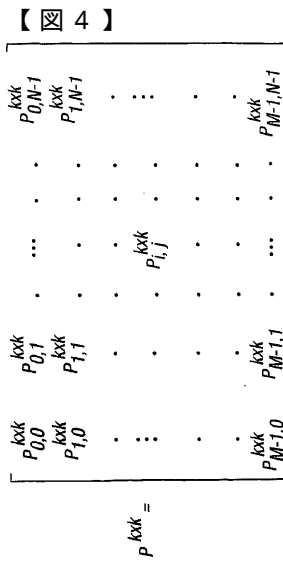


FIG. 4

【 5 】

$$S = \begin{bmatrix} S_{0,0} & S_{0,1} & \dots & S_{0,N-1} \\ S_{1,0} & S_{1,1} & \dots & S_{1,N-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{i-1,0} & S_{i-1,1} & \dots & S_{i-1,N-1} \\ S_{i,0} & S_{i,1} & \dots & S_{i,N-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{j-1,0} & S_{j-1,1} & \dots & S_{j-1,N-1} \\ S_{j,0} & S_{j,1} & \dots & S_{j,N-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{i+1,0} & S_{i+1,1} & \dots & S_{i+1,N-1} \\ S_{M-1,0} & S_{M-1,1} & \dots & S_{M-1,N-1} \end{bmatrix}$$

FIG. 5

【 6 】

$$F_{\text{lock}} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ \vdots \\ \frac{k+1}{2} \\ \vdots \\ 3 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & \dots & \frac{k+1}{2} & 4 & 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & \dots & \frac{k+1}{2} & \dots & 3 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 6 & \dots & \frac{2(k+1)}{2} & \dots & 6 & 4 & 2 \\ 3 & 6 & 9 & \dots & \frac{3(k+1)}{2} & \dots & 9 & 6 & 3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \frac{k+1}{2} & \frac{2(k+1)}{2} & \frac{3(k+1)}{2} & \dots & \frac{(k+1)^2}{4} & \dots & \frac{3(k+1)}{2} & \frac{2(k+1)}{2} & \frac{k+1}{2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 3 & 6 & 9 & \dots & \frac{3(k+1)}{2} & \dots & 9 & 6 & 3 \\ 2 & 4 & 6 & \dots & \frac{2(k+1)}{2} & \dots & 6 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & \dots & \frac{k+1}{2} & \dots & 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

FIG. 6

【 7 】

$$F_{11 \times 11} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 6 & 8 & 10 & 12 & 10 & 8 & 6 & 4 & 2 \\ 3 & 6 & 9 & 12 & 15 & 18 & 15 & 12 & 9 & 6 & 3 \\ 4 & 8 & 12 & 16 & 20 & 24 & 20 & 16 & 12 & 8 & 4 \\ 5 & 10 & 15 & 20 & 25 & 30 & 25 & 20 & 15 & 10 & 5 \\ 6 & 12 & 18 & 24 & 30 & 36 & 30 & 24 & 18 & 12 & 6 \\ 5 & 10 & 15 & 20 & 25 & 30 & 25 & 20 & 15 & 10 & 5 \\ 4 & 8 & 12 & 16 & 20 & 24 & 20 & 16 & 12 & 8 & 4 \\ 3 & 6 & 9 & 12 & 15 & 18 & 15 & 12 & 9 & 6 & 3 \\ 2 & 4 & 6 & 8 & 10 & 12 & 10 & 8 & 6 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

FIG. 7

【 8 】

$$P_{1 \times k} = \begin{bmatrix} P_{0,0}^{1 \times k} & P_{0,1}^{1 \times k} & \dots & P_{0,N-1}^{1 \times k} \\ P_{1,0}^{1 \times k} & P_{1,1}^{1 \times k} & \dots & P_{1,N-1}^{1 \times k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{i,j}^{1 \times k} & \dots & \dots & \dots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{M-1,0}^{1 \times k} & P_{M-1,1}^{1 \times k} & \dots & P_{M-1,N-1}^{1 \times k} \end{bmatrix}$$

FIG. 8

【 図 9 】

$$P^{k \times 1} = \begin{bmatrix} P_{0,0}^{k \times 1} & P_{0,1}^{k \times 1} & \dots & P_{0,N-1}^{k \times 1} \\ P_{1,0}^{k \times 1} & P_{1,1}^{k \times 1} & \dots & P_{1,N-1}^{k \times 1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ P_{M-1,0}^{k \times 1} & P_{M-1,1}^{k \times 1} & \dots & P_{M-1,N-1}^{k \times 1} \end{bmatrix}$$

FIG. 9

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平7 - 121705 (JP, A)
特開平9 - 297842 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 1/00 - 5/50

H04N 1/409