

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2006-238188
(P2006-238188A)

(43) 公開日 平成18年9月7日(2006.9.7)

(51) Int. Cl.	F I				テーマコード (参考)	
HO 4 N 5/228 (2006.01)	HO 4 N	5/228	Z	5 B O 5 7		
GO 6 T 3/40 (2006.01)	GO 6 T	3/40	C	5 C O 6 5		
GO 6 T 5/20 (2006.01)	GO 6 T	5/20	A	5 C O 7 6		
HO 4 N 1/387 (2006.01)	HO 4 N	1/387	1 O 1	5 C 1 2 2		
HO 4 N 5/232 (2006.01)	HO 4 N	5/232	Z			
審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 17 頁) 最終頁に続く						

(21) 出願番号	特願2005-51509 (P2005-51509)	(71) 出願人	000005821
(22) 出願日	平成17年2月25日 (2005.2.25)		松下電器産業株式会社
			大阪府門真市大字門真1006番地
		(74) 代理人	100077931
			弁理士 前田 弘
		(74) 代理人	100094134
			弁理士 小山 廣毅
		(74) 代理人	100110939
			弁理士 竹内 宏
		(74) 代理人	100110940
			弁理士 嶋田 高久
		(74) 代理人	100113262
			弁理士 竹内 祐二
		(74) 代理人	100115059
			弁理士 今江 克実
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 補間フィルタおよび映像信号処理装置

(57) 【要約】

【課題】 回路規模が小さい3次補間を用いて、補間画素位置による周波数特性の差が少ない補間フィルタを提供する。

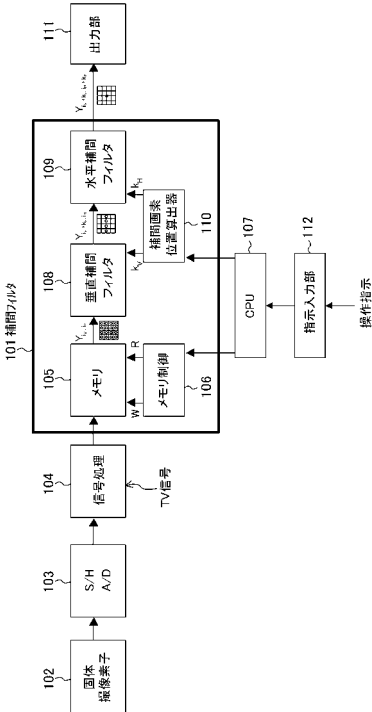
【解決手段】 補間フィルタ101は映像信号に対して補間処理を行う。補間対象位置から距離xにある画素に対して乗じる係数を表す補間関数f(x)が、下の式で与えられている。

$$f_i(x) = a_i |x|^3 + b_i |x|^2 + c_i |x| + d_i \quad (x_i \leq x < x_{i+1})$$
$$(i = 0, 1, \dots, n-1, x_0 = 0, x_n = 2)$$

$$f_0(0) \neq 1$$
$$f_i(x_{i+1}) = f_{i+1}(x_{i+1})$$
$$f_n(2) = 0$$
$$f(1+k) + f(k) + f(1-k) + f(2-k) = 1$$

(kは補間対象位置の座標の小数部分)

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

映像信号に対して、補間処理を行う補間フィルタであって、

補間対象位置の信号値として、前記補間対象位置から 2 画素距離内にある画素の信号値に、係数をそれぞれ乗じて加算して得た値を、出力するものであり、

補間対象位置から距離 x にある画素に対して乗じる係数を表す補間関数 $f(x)$ が、下の式で与えられている（ただし、 $f(x)$ は、 $0 \leq x \leq 2$ を n 分割した区間で定義されており、 k は補間対象位置の座標の小数部分である。）

$$f_i(x) = a_i |x|^3 + b_i |x|^2 + c_i |x| + d_i \quad (x_i \leq x < x_{i+1})$$

$$(i = 0, 1, \dots, n-1, x_0 = 0, x_n = 2)$$

10

$$f_0(0) \neq 1$$

$$f_i(x_{i+1}) = f_{i+1}(x_{i+1})$$

$$f_n(2) = 0$$

$$f(1+k) + f(k) + f(1-k) + f(2-k) = 1 \quad (0 \leq k \leq 1)$$

ことを特徴とする補間フィルタ。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記補間関数 $f(x)$ は、被写体画像の周波数が画素ピッチに対応する周波数の $1/5$ 以下であるとき、補間対象位置によるゲインのばらつきが、当該周波数におけるゲインの最大値の 5% 以内に収まるように、定められている

20

ことを特徴とする補間フィルタ。

【請求項 3】

請求項 1 において、

順に並んだ補間前の画素の座標 Y_0, Y_1, Y_2, Y_3 に対して、補間対象位置が Y_1 から k だけ Y_2 よりの位置であるとき、下の補間値 Y を表す式における $A_0 \sim A_3, B_0 \sim B_3, C_0 \sim C_3, D_0 \sim D_3$ の 16 個の係数を、保持している

$$Y(k, Y_0, Y_1, Y_2, Y_3)$$

$$= f(1+k)Y_0 + f(k)Y_1 + (1-k)Y_2 + f(2-k)Y_3$$

$$= A_0Y_0 + B_0Y_1 + C_0Y_2 + D_0Y_3 + k(A_1Y_0 + B_1Y_1 + C_1Y_2 + D_1Y_3) + k^2(A_2Y_0 + B_2Y_1 + C_2Y_2 + D_2Y_3) + k^3(A_3Y_0 + B_3Y_1 + C_3Y_2 + D_3Y_3)$$

30

ことを特徴とする補間フィルタ。

【請求項 4】

請求項 3 において、

前記 16 個の係数の組合せを複数個備えており、複数の組合せのいずれかを選択可能に構成された

ことを特徴とする補間フィルタ。

【請求項 5】

請求項 1 において、

$$n = 2, x_1 = 1 \text{ である}$$

ことを特徴とする補間フィルタ。

40

【請求項 6】

請求項 1 において、

前記補間係数 $f(x)$ は、

$$f'_i(0) = 0$$

を満たすように、定められている

ことを特徴とする補間フィルタ。

【請求項 7】

請求項 1 において、

前記補間係数 $f(x)$ は、

$$f'_i(x_{i+1}) = f'_{i+1}(x_{i+1})$$

50

を満たすように、定められている
ことを特徴とする補間フィルタ。

【請求項 8】

請求項 1 において、
補間関数 $f(x)$ における係数 a_i, b_i, c_i, d_i が、その分母が 2 の累乗であるように、設定されている
ことを特徴とする補間フィルタ。

【請求項 9】

請求項 1 において、
前記補間係数 $f(x)$ は、被写体画像の周波数がいかなる値であっても、ゲインが 1 以下になるように、定められている
ことを特徴とする補間フィルタ。

【請求項 10】

請求項 1 において、
前記映像信号は、輝度信号と色差信号からなるものであり、
輝度信号と色差信号とに対して、それぞれ、前記補間関数 $f(x)$ を用いて補間処理を行う
ことを特徴とする補間フィルタ。

【請求項 11】

請求項 1 において、
前記映像信号は、輝度信号と色差信号からなるものであり、
輝度信号に対して、前記補間関数 $f(x)$ を用いて補間処理を行う一方、色差信号に対して、線形補間を行う
ことを特徴とする補間フィルタ。

【請求項 12】

請求項 1 において、
前記映像信号は、RGB 信号であり、
R 信号、G 信号および B 信号に対して、それぞれ、前記補間関数 $f(x)$ を用いて補間処理を行う
ことを特徴とする補間フィルタ。

【請求項 13】

請求項 1 記載の補間フィルタを備えた映像信号処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、デジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、テレビなどの映像信号処理装置における映像信号処理において用いられる補間フィルタに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来 of 画像の補間手法としては、例えば、線形補間関数を用いた 2 点補間がある。また、精度がより高い手法として、3 次畳込み内挿補間関数を用いた 4 点補間がある。さらに高精度な補間方式としては、4 次補間関数を用いた 4 点補間が提案されている（特許文献 1 参照）

【特許文献 1】特開平 11 - 168664 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

図 8 および図 9 は従来 of 補間手法の特性を示すグラフである。図 8 は線形補間関数を用いた例であり、図 9 は 3 次畳込み内挿補間関数を用いた例である。図 8 および図 9 において、(a) は本願発明者らによる検討によって得られた周波数 - ゲイン特性を表している

10

20

30

40

50

。横軸は被写体画像の周波数であり、画素ピッチに対応する周波数を1としたときの比の値で示している。縦軸はゲインである。補間対象位置 k 毎に ($k = 0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5$)、特性を表すグラフがプロットされている。また、(b) は検討に用いた補間関数を表している。

【0004】

図8および図9を見ると分かるように、従来の補間手法の場合、補間対象位置によって、周波数特性に大きな差が生じる。すなわち、被写体画像の周波数が同一であっても、補間を行う位置によって、ゲインにばらつきが生じてしまう。画像処理の場合、周波数が0.2程度までの特性が特に重要であり、このような周波数の範囲においてゲインのばらつきがあると、画像にムラが生じてしまう等の問題が起こり得る。

10

【0005】

また、4次補間では、必要となる乗算器の個数が増えるため、回路規模が大きくなってしまいう課題がある。

【0006】

前記の問題に鑑み、本発明は、回路規模が小さい3次補間を用いて、補間画素位置による周波数特性の差が少ない補間フィルタを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明では、映像信号に対して補間処理を行う補間フィルタとして、補間対象位置の信号値として、前記補間対象位置から2画素距離内にある画素の信号値に係数をそれぞれ乗じて加算して得た値を出力するものであり、補間対象位置から距離 x にある画素に対して乗じる係数を表す補間関数 $f(x)$ が、下の式で与えられているものとする。(ただし、 $f(x)$ は、 $0 \leq |x| \leq 2$ を n 分割した区間で定義されており、 k は補間対象位置の座標の小数部分である。)

20

$$f_i(x) = a_i |x|^3 + b_i |x|^2 + c_i |x| + d_i \quad (x_i \leq |x| < x_{i+1}) \\ (i = 0, 1, \dots, n-1, x_0 = 0, x_n = 2)$$

$$f_0(0) \neq 1$$

$$f_i(x_{i+1}) = f_{i+1}(x_{i+1})$$

$$f_n(2) = 0$$

【0008】

さらに、 P_0, P_1, P_2, P_3 の順に補間前の画素が並んでおり、補間対象位置が P_1 から k だけ P_2 よりの位置であるとして、 $0 \leq k \leq 1$ の区間で下式が常に成り立つようにする。 k の単位は画素ピッチを1とする。

$$f(1+k) + f(k) + f(1-k) + f(2-k) = 1$$

ここで、 $1+k$ は補間対象位置から P_0 までの距離、 k は補間対象位置から P_1 までの距離、 $1-k$ は補間対象位置から P_2 までの距離、 $2-k$ は補間対象位置から P_3 までの距離に対応している。これは、補間フィルタによって加算する際の各画素に乗じる係数の和を、補間対象位置によらず常に1に等しくすることを意味する。

【0009】

また、本発明における補間関数 $f(x)$ は、被写体画像の周波数が画素ピッチに対応する周波数の $1/5$ 以下であるとき、補間対象位置によるゲインのばらつきが、当該周波数におけるゲインの最大値の5%以内に収まるように、定められているのが好ましい。なお、ゲイン $G(k)$ は次式で与えられる。 v は被写体画像の周波数、 i は虚数単位である。なお、 v は、画素ピッチに対応する周波数を1とした値である。

40

$$G(k) = |f(1+k) + f(k) \times \exp(2\pi v i) + f(1-k) \times \exp(4\pi v i) + f(2-k) \times \exp(6\pi v i)|$$

【0010】

図10は本発明に係る補間手法の特性を示すグラフである。図10において、(a) は周波数-ゲイン特性、(b) は本発明に係る補間関数の一例である。縦軸、横軸、プロットの仕方は図8および図9と同様である。

50

【 0 0 1 1 】

図 10 を見ると分かるように、周波数が 0 . 2 程度以下の範囲においては、補間対象位置によるゲインのばらつきがほとんどなく、ほぼ同様の特性が得られている。すなわち、補間画素位置による周波数特性の差が少ない補間フィルタが、実現されている、といえる。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 2 】

本発明によると、回路規模が比較的少ない 3 次補間を用いて、かつ、補間画素位置による周波数特性の差が少ない補間フィルタを実現できる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

10

【 0 0 1 3 】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。

【 0 0 1 4 】

図 1 は本発明の一実施形態に係る補間フィルタを備えた映像信号処理装置の構成を示すブロック図である。図 1 において、固体撮像素子 102 は撮像信号を出力する。S / H A / D 部 103 は固体撮像素子 102 の出力信号について、サンプル / ホールドを行い、A / D 変換する。信号処理部 104 は S / H A / D 部 103 の出力信号に対して、輝度、色を生成するなどの信号処理を行う。補間フィルタ 101 は、信号処理部 104 から出力された映像信号に対して、ズームや手振れ補正などのために、補間処理を行う。補間処理後の信号は、出力部 111 から出力される。

20

【 0 0 1 5 】

図 1 の映像信号処理装置は、具体的には例えば、デジタルスチルカメラやビデオカメラなどである。また、本発明に係る補間フィルタは、テレビなどの他の映像信号処理装置にも用いられる。例えば、テレビの場合には、受信された TV 信号が、信号処理部 104 に与えられる構成になる。

【 0 0 1 6 】

補間フィルタ 101 の構成および動作について、説明する。

【 0 0 1 7 】

信号処理部 104 から出力された映像信号は、メモリ 105 に書き込まれる。CPU 107 は、指示入力部 112 に与えられた操作指示に基づいて、ズーム倍率または手振れ補正ベクトル情報を生成し、メモリ制御部 106 および補間画素位置算出器 110 に送る。メモリ制御部 106 は CPU 107 から送られた情報を基にして、読み出しアドレス処理、読み出しタイミング処理などのメモリ制御を行い、メモリ 105 から画素の信号値を読み出す。

30

【 0 0 1 8 】

また、補間画素位置算出器 110 は、CPU 107 から送られた情報を基にして、補間対象位置の算出を行う。垂直補間フィルタ 108 は、メモリ 105 から読み出された水平 4 画素 × 垂直 4 画素 計 16 画素のデータを用いて、垂直方向における補間対象位置について補間処理を行い、垂直方向に 4 画素が補間された水平 4 画素を得る。その後、水平補間フィルタ 109 は、垂直補間フィルタ 108 から出力された水平 4 画素のデータを用いて、水平方向における補間対象位置について補間処理を行い、垂直水平ともに補間された画素値を得る。

40

【 0 0 1 9 】

ここで、本実施形態では、垂直補間および水平補間について、補間対象位置から距離 x にある画素に対して乗じる係数を表す補間関数 $f(x)$ として、次の式で与えられるものを用いる。ただし、 $f(x)$ は、 $0 \leq |x| \leq 2$ を n 分割した区間で定義されており、また、 k は補間対象位置の座標の小数部分である。

$$f_i(x) = a_i |x|^3 + b_i |x|^2 + c_i |x| + d_i \quad (x_i \leq |x| < x_{i+1}) \\ (i = 0, 1, \dots, n-1, x_0 = 0, x_n = 2)$$

$$f_0(0) \neq 1$$

50

$$f_i(x_{i+1}) = f_{i+1}(x_{i+1})$$

$$f_n(2) = 0$$

$$f(1+k) + f(k) + f(1-k) + f(2-k) = 1 \quad (0 \leq k \leq 1)$$

【0 0 2 0】

例として、 $n = 2$ 、 $x_1 = 1$ の場合は、垂直補間における式は、数 1 のようになり、水平補間における式は、数 2 のようになる。

【数 1】

$$Y_{i_v+k_v, i_H-1} = \{a_1(1+k_v)^3 + b_1(1+k_v)^2 + c_1(1+k_v) + d_1\} Y_{i_v-1, i_H-1} \\ + \{a_0 k_v^3 + b_0 k_v^2 + c_0 k_v + d_0\} Y_{i_v, i_H-1} \\ + \{a_0(1-k_v)^3 + b_0(1-k_v)^2 + c_0(1-k_v) + d_0\} Y_{i_v+1, i_H-1} \\ + \{a_1(2-k_v)^3 + b_1(2-k_v)^2 + c_1(2-k_v) + d_1\} Y_{i_v+2, i_H-1}$$

垂直補間後の画素データ $Y_{i_v+k_v, i_H-1}$

補間前の画素データ

$$Y_{i_v-1, i_H-1}, Y_{i_v, i_H-1}, Y_{i_v+1, i_H-1}, Y_{i_v+2, i_H-1}$$

$$Y_{i_v+k_v, i_H} = \{a_1(1+k_v)^3 + b_1(1+k_v)^2 + c_1(1+k_v) + d_1\} Y_{i_v-1, i_H} \\ + \{a_0 k_v^3 + b_0 k_v^2 + c_0 k_v + d_0\} Y_{i_v, i_H} \\ + \{a_0(1-k_v)^3 + b_0(1-k_v)^2 + c_0(1-k_v) + d_0\} Y_{i_v+1, i_H} \\ + \{a_1(2-k_v)^3 + b_1(2-k_v)^2 + c_1(2-k_v) + d_1\} Y_{i_v+2, i_H}$$

垂直補間後の画素データ $Y_{i_v+k_v, i_H}$

補間前の画素データ

$$Y_{i_v-1, i_H}, Y_{i_v, i_H}, Y_{i_v+1, i_H}, Y_{i_v+2, i_H}$$

$$Y_{i_v+k_v, i_H+1} = \{a_1(1+k_v)^3 + b_1(1+k_v)^2 + c_1(1+k_v) + d_1\} Y_{i_v-1, i_H+1} \\ + \{a_0 k_v^3 + b_0 k_v^2 + c_0 k_v + d_0\} Y_{i_v, i_H+1} \\ + \{a_0(1-k_v)^3 + b_0(1-k_v)^2 + c_0(1-k_v) + d_0\} Y_{i_v+1, i_H+1} \\ + \{a_1(2-k_v)^3 + b_1(2-k_v)^2 + c_1(2-k_v) + d_1\} Y_{i_v+2, i_H+1}$$

垂直補間後の画素データ $Y_{i_v+k_v, i_H+1}$

補間前の画素データ

$$Y_{i_v-1, i_H+1}, Y_{i_v, i_H+1}, Y_{i_v+1, i_H+1}, Y_{i_v+2, i_H+1}$$

$$i_v = 0, 1, 2, \dots \\ i_H = 0, 1, 2, \dots$$

$$0 \leq k_v < 1 \\ 0 \leq k_H < 1$$

$$Y_{i_v+k_v, i_H+2} = \{a_1(1+k_v)^3 + b_1(1+k_v)^2 + c_1(1+k_v) + d_1\} Y_{i_v-1, i_H+2} \\ + \{a_0 k_v^3 + b_0 k_v^2 + c_0 k_v + d_0\} Y_{i_v, i_H+2} \\ + \{a_0(1-k_v)^3 + b_0(1-k_v)^2 + c_0(1-k_v) + d_0\} Y_{i_v+1, i_H+2} \\ + \{a_1(2-k_v)^3 + b_1(2-k_v)^2 + c_1(2-k_v) + d_1\} Y_{i_v+2, i_H+2}$$

垂直補間後の画素データ $Y_{i_v+k_v, i_H+2}$

補間前の画素データ

$$Y_{i_v-1, i_H+2}, Y_{i_v, i_H+2}, Y_{i_v+1, i_H+2}, Y_{i_v+2, i_H+2}$$

【 数 2 】

$$\begin{aligned} & i_V = 0, 1, 2, \dots \\ & i_H = 0, 1, 2, \dots \\ & 0 \leq k_V < 1 \\ & 0 \leq k_H < 1 \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} Y_{i_V+k_V, i_H+k_H} = & \{a_1(1+k_H)^3 + b_1(1+k_H)^2 + c_1(1+k_H) + d_1\} Y_{i_V+k_V, i_H-1} \\ & + \{a_0 k_H^3 + b_0 k_H^2 + c_0 k_H + d_0\} Y_{i_V+k_V, i_H} \\ & + \{a_0(1-k_H)^3 + b_0(1-k_H)^2 + c_0(1-k_H) + d_0\} Y_{i_V+k_V, i_H+1} \\ & + \{a_1(2-k_H)^3 + b_1(2-k_H)^2 + c_1(2-k_H) + d_1\} Y_{i_V+k_V, i_H+2} \end{aligned}$$

垂直補間後の画素データ

補間前の画素データ

$$Y_{i_V+k_V, i_H+k_H}$$
$$Y_{i_V+k_V, i_H-1}, Y_{i_V+k_V, i_H}, Y_{i_V+k_V, i_H+1}, Y_{i_V+k_V, i_H+2}$$

すなわち、垂直補間フィルタ 108 は、補間画素位置算出器 110 によって算出された垂直方向における補間対象位置 k_v を用いて、数 1 に従った演算処理を行い、垂直方向に補間された水平 4 画素を得る。その後、水平補間フィルタ 109 は、補間画素位置算出器 110 によって算出された水平方向における補間対象位置 k_h を用いて、数 2 に従った演算処理を行い、垂直水平ともに補間された画素を得る。

【0022】

また、

$$f(1+k) + f(k) + f(1-k) + f(2-k) = 1 \quad (0 \leq k \leq 1)$$

に相当する式は、

$$3a_0 + 2b_0 + 9a_1 + 2b_1 = 0$$

$$a_0 + b_0 + c_0 + 2d_0 + 9a_1 + 5b_1 + 3c_1 + 2d_1 = 1$$

となる。

【0023】

次に、補間処理を用いた具体的な画像処理について、説明する。

【0024】

<ズーム処理>

ここでは、2 倍拡大ズームの場合を例にとって説明する。図 2 は補間前の画像座標、図 3 は補間後の画像座標、図 4 は補間を行うために用いる座標データである。いま、図 2 の画像を用いて、2 倍拡大ズームのための補間処理を行い、図 3 の 8×8 の画像を得るものとする。図 3 において、各升目の中の座標は、補間後の座標を補間前の座標値に換算した値である。

【0025】

まず、図 3 の左上角の画素（ハッチを付している）について、補間処理を行う。このときの補間処理は、図 4 において対応する升目（ハッチを付している）に記された座標値と補間対象位置（座標の小数部分）を用いて、行う。すなわち、図 2 における座標 $(0, 0) \sim (3, 3)$ の画素値（ハッチを付している）と、垂直方向の補間対象位置 $k_v = 1/4$ 、水平方向の補間対象位置 $k_h = 1/4$ を用いて、数 1 および数 2 に従って、演算を行う。

【0026】

次に、左上角の右隣画素について、補間処理を行う。このときの補間処理では、図 4 における対応する升目に記された、座標 $(0 \sim 3, 0 \sim 3)$ の画素データと、補間対象位置 $k_v = 1/4$ 、 $k_h = 3/4$ を用いて、数 1 および数 2 に従って、演算を行う。さらに、その右隣画素について、図 4 における対応する升目に記された、座標 $(0 \sim 3, 1 \sim 4)$ の画素データと、補間対象位置 $k_v = 1/4$ 、 $k_h = 1/4$ を用いて、数 1 および数 2 に従って、補間処理を行う。このような処理を、残りの補間画素についても繰り返し実行することによって、図 3 の 2 倍拡大ズームされた 8×8 画素が得られる。

【0027】

ズーム処理は、一般的には、次のように行えばよい。ここでは、垂直方向に n_v 倍、水平方向に n_h 倍の拡大ズームを行うものとする。

【0028】

まず、垂直方向の補間を行う。得られる垂直方向画像サイズを m_v 画素とする。補間対象画素の垂直画素ピッチ P_v は次式で与えられる。

$$P_v = 1 / n_v$$

【0029】

補間対象画素の垂直スタート位置を s_v とすると、補間対象画素位置 P_{iv} は次のようになる。

$$P_{iv} = s_v + p_v \times i_v \quad (i_v = 0, 1, 2, 3, \dots, m_v - 1)$$

P_{iv} の整数部を $P_{int\ iv}$ 、小数部を $P_{dec\ iv}$ とする。補間画素の元データとして、

$$P_{int\ iv-1}, P_{int\ iv}, P_{int\ iv+1}, P_{int\ iv+2}$$

の座標のデータを用いる。それぞれの画素データを

10

20

30

40

50

$Y_{iV-1}, Y_{iV}, Y_{iV+1}, Y_{iV+2}$

とし、 $k_V = P_{dec\ iV}$ とする。

これに対して、垂直補間では、数 1 に従った演算を行う。これを、 $i_V = 0, 1, 2, 3, \dots, m_V - 1$ に対して繰り返し行くと、 n_V 倍に拡大ズームされた画像が得られる。

【0030】

次に、水平方向の補間を行う。得られる水平方向画像サイズを m_H 画素とする。補間対象画素の垂直画素ピッチ P_H は次式で与えられる。

$$P_H = 1 / n_H$$

【0031】

補間対象画素の垂直スタート位置を s_H とすると、補間対象画素位置 P_{iH} は次のようになる。 10

$$P_{iH} = s_H + p_H \times i_H \quad (i_H = 0, 1, 2, 3, \dots, m_H - 1)$$

P_{iH} の整数部を $P_{int\ iH}$ 、小数部を $P_{dec\ iH}$ とする。補間画素の元データとして、

$$P_{int\ iH-1}, P_{int\ iH}, P_{int\ iH+1}, P_{int\ iH+2}$$

の座標のデータを用いる。それぞれの画素データを、

$$Y_{iH-1}, Y_{iH}, Y_{iH+1}, Y_{iH+2}$$

とし、

$$k_H = P_{dec\ iH}$$

とする。

【0032】

これに対して、水平補間では、数 2 に従った演算を行う。これを、 $i_H = 0, 1, 2, 3, \dots, m_H - 1$ に対して繰り返し行くと、 n_H 倍に拡大ズームされた画像が得られる。 20

【0033】

<手振れ補正>

ここでは、手振れの動きベクトルが水平方向 5 / 4、垂直方向 3 / 2 の場合を例にとって説明する。図 5 は補間前の画像座標、図 6 は補間後の画像座標、図 7 は補間を行うために用いる座標データである。いま、図 5 の画像を用いて、手振れ補正のための補間処理を行い、図 6 の 4 × 4 の画像を得るものとする。図 6 において、各升目の中の座標は、補間後の座標を補間前の座標値に換算した値である。 30

【0034】

まず、図 6 の左上角の画素（ハッチを付している）について、補間処理を行う。このときの補間処理は、図 7 において対応する升目（ハッチを付している）に記された座標値と補間対象位置（座標の小数部分）を用いて、行う。すなわち、図 5 における座標（0, 0）～（3, 3）の画素値（ハッチを付している）と、垂直方向の補間対象位置 $k_V = 1 / 4$ 、水平方向の補間対象位置 $k_H = 1 / 2$ を用いて、数 1 および数 2 に従って、演算を行う。

【0035】

次に、左上角の右隣画素について、補間処理を行う。このときの補間処理では、図 7 における対応する升目に記された、座標（0 ~ 3, 1 ~ 4）の画素データと、補間対象位置 $k_V = 1 / 4$ 、 $k_H = 1 / 2$ を用いて、数 1 および数 2 に従って、演算を行う。さらに、その右隣画素について、図 7 における対応する升目に記された、座標（0 ~ 3, 2 ~ 5）の画素データと、補間対象位置 $k_V = 1 / 4$ 、 $k_H = 1 / 2$ を用いて、数 1 および数 2 に従って、補間処理を行う。このような処理を、残りの補間画素についても繰り返し実行することによって、図 6 の手振れ補正処理された 4 × 4 画素が得られる。 40

【0036】

手振れ補正処理は、一般的には、次のように行えばよい。ここでは、垂直方向 r_V 、水平方向 r_H の手振れ補正を行うものとする。

【0037】

まず、垂直方向の補間を行う。得られる垂直方向画像サイズを m_V 画素とする。手振れ 50

がない場合の補間対象画素の垂直スタート位置を s_v とすると、補間対象画素位置 P_{iv} は次のようになる。

$$P_{iv} = s_v + r_v + i_v \quad (i_v = 0, 1, 2, 3, \dots, m_v - 1)$$

P_{iv} の整数部を $P_{int\ iv}$ 、小数部を $P_{dec\ iv}$ とする。補間画素の元データとして

$$P_{int\ iv-1}, P_{int\ iv}, P_{int\ iv+1}, P_{int\ iv+2}$$

の座標のデータを用いる。それぞれの画素データを

$$Y_{iv-1}, Y_{iv}, Y_{iv+1}, Y_{iv+2}$$

とし、 $k_v = P_{dec\ iv}$ とする。

これに対して、垂直補間では、数 1 に従った演算を行う。これを、 $i_v = 0, 1, 2, 3, \dots, m_v - 1$ に対して繰り返し行くと、垂直方向 r_v の手振れ補正処理がされた画像が得られる。 10

【0038】

次に、水平方向の補間を行う。得られる水平方向画像サイズを m_H 画素とする。手振れがない場合の補間対象画素の水平スタート位置を s_H とすると、補間対象画素位置 P_{iH} は次のようになる。

$$P_{iH} = s_H + r_H + i_H \quad (i_H = 0, 1, 2, 3, \dots, m_H - 1)$$

P_{iH} の整数部を $P_{int\ iH}$ 、小数部を $P_{dec\ iH}$ とする。補間画素の元データとして、

$$P_{int\ iH-1}, P_{int\ iH}, P_{int\ iH+1}, P_{int\ iH+2}$$

の座標のデータを用いる。それぞれの画素データを、

$$Y_{iH-1}, Y_{iH}, Y_{iH+1}, Y_{iH+2}$$

とし、

$$k_H = P_{dec\ iH}$$

とする。 20

【0039】

これに対して、水平補間では、数 2 に従った演算を行う。これを、 $i_H = 0, 1, 2, 3, \dots, m_H - 1$ に対して繰り返し行くと、水平方向 r_H の手振れ補正処理がされた画像が得られる。

【0040】

なお、補間関数 $f(x)$ の係数 a_i, b_i, c_i, d_i の定め方は、幾通りもあるが、以下に、補間関数として望ましい条件を述べる。ただし、それぞれの条件は補間関数として必ずしも必要な条件ではない。全ての条件を満たしても良いし、全ての条件を満たさなくても良い。ある条件を採用するか否かは、補間フィルタの特性と回路規模の増減によるコスト等の影響のバランスを考慮して判断すれば良い。 30

・条件 1 $n = 2, x_1 = 1$ とする。

効果 演算量が減り回路規模が小さくなる。

・条件 2 $f'_i(0) = 0$ とする。

効果 補間画素位置が 0 前後でのゲイン段差が小さくなる。

・条件 3 $f'_i(x_{i+1}) = f'_{i+1}(x_{i+1})$

ただし、 f' は f の x に関する微分である。

効果 補間画素位置が x_{i+1} の前後でのゲイン段差が小さくなる。 40

・条件 4 a_i, b_i, c_i, d_i の分母を 2 の累乗にする。

効果 演算量が減り、回路規模が小さくなる。

・条件 5 被写体画像の全周波数領域において、ゲインが 1 以下になるように、定める。

効果 折り返し歪みがなくなる。

・条件 6 被写体画像の周波数が画素ピッチに対応する周波数の $1/5$ 以下であるとき、補間位置によるゲインのばらつきが、当該周波数におけるゲインの最大値の 5% 以内に収まるように、定める。

効果 低域の補間画素位置によるゲイン差が小さくなる。

【0041】

また、係数 a_i, b_i, c_i, d_i の組合せを複数個備えておき、これら複数の組合せのい 50

ずれかを選択できるように、構成してもよい。これにより、被写体の画像データに応じて最適な補間フィルタをかけることが可能になる。

【 0 0 4 2 】

また、係数 a_i, b_i, c_i, d_i に代えて、順に並んだ補間前の画素の座標 Y_0, Y_1, Y_2, Y_3 に対して、補間対象位置が Y_1 から k だけ Y_2 よりの位置であるとき、下の補間値 Y を表す式における $A_0 \sim A_3, B_0 \sim B_3, C_0 \sim C_3, D_0 \sim D_3$ の 16 個の係数を、保持するように構成してもよい。これにより、演算量が削減される。

【 0 0 4 3 】

$$\begin{aligned} Y(k, Y_0, Y_1, Y_2, Y_3) &= f(1+k)Y_0 + f(k)Y_1 + (1-k)Y_2 + f(2-k)Y_3 \\ &= A_0Y_0 + B_0Y_1 + C_0Y_2 + D_0Y_3 + k(A_1Y_0 + B_1Y_1 + C_1Y_2 + D_1Y_3) + k^2(A_2Y_0 + B_2Y_1 + C_2Y_2 + D_2Y_3) + k^3(A_3Y_0 + B_3Y_1 + C_3Y_2 + D_3Y_3) \end{aligned} \quad 10$$

$n = 2, x_1 = 1$ の場合を例にとると、

$$\begin{aligned} f(1+k) &= a_1 + b_1 + c_1 + d_1 \\ &\quad + (3a_1 + 2b_1 + c_1)k \\ &\quad + (3a_1 + b_1)k^2 \\ &\quad + a_1k^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f(k) &= d_0 \\ &\quad + c_0k \\ &\quad + b_0k^2 \\ &\quad + a_0k^3 \end{aligned} \quad 20$$

$$\begin{aligned} f(1-k) &= a_0 + b_0 + c_0 + d_0 \\ &\quad - (3a_0 + 2b_0 + c_0)k \\ &\quad + (3a_0 + b_0)k^2 \\ &\quad - a_0k^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f(2-k) &= 8a_1 + 4b_1 + 2c_1 + d_1 \\ &\quad - (12a_1 + 4b_1 + c_1)k \\ &\quad + (6a_1 + b_1)k^2 \\ &\quad - a_1k^3 \end{aligned}$$

となるので、各項の係数は、次のように与えられる。 30

【 0 0 4 4 】

$$A_1 = a_1 + b_1 + c_1 + d_1$$

$$A_2 = 3a_1 + 2b_1 + c_1$$

$$A_3 = 3a_1 + b_1$$

$$A_4 = a_1$$

$$B_1 = d_0$$

$$B_2 = c_0$$

$$B_3 = b_0$$

$$B_4 = a_0$$

$$C_1 = a_0 + b_0 + c_0 + d_0$$

$$C_2 = -3a_0 - 2b_0 - c_0$$

$$C_3 = 3a_0 + b_0$$

$$C_4 = -a_0$$

$$D_1 = 8a_1 + 4b_1 + 2c_1 + d_1$$

$$D_2 = -12a_1 - 4b_1 - c_1$$

$$D_3 = 6a_1 + b_1$$

$$D_4 = -a_1$$

【 0 0 4 5 】

なお、このような 16 個の係数 $A_0 \sim A_3, B_0 \sim B_3, C_0 \sim C_3, D_0 \sim D_3$ の組合せを複数個備えておき、これら複数の組合せのいずれかを選択できるように、構成してもよい。 50

これにより、被写体の画像データに応じて最適な補間フィルタをかけることが可能になる。

【 0 0 4 6 】

カラー信号処理の補間について説明する。

【 0 0 4 7 】

映像信号が輝度信号と色差信号からなる場合、例えば Y C r C b 処理の場合、輝度信号のみならず、色差信号に対しても補間処理をかけることが必要になる。このとき、輝度信号と色差信号の両方に対して、本実施形態のような補間関数 $f(x)$ を用いて補間処理を行えばよい。例えば、色差信号が輝度信号に対して間引かれていないときは、Y, C r, C b とともに本発明のような 3 次補間を行えば良い。これに対して、例えば、色差信号が輝度信号に対して間引かれているときは、輝度信号に対して補間関数 $f(x)$ を用いた補間処理を行う一方で、色差信号に対しては、線形補間を適用すれば良い。

【 0 0 4 8 】

また、映像信号が R G B 信号である場合は、R 信号、G 信号、B 信号に対して、それぞれ、本実施形態のような補間関数 $f(x)$ を用いて補間処理を行えばよい。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 4 9 】

本発明は、補間フィルタを用いたズーム処理や手振れ補正機能を内蔵するデジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、テレビなどの映像信号処理装置に有用である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 0 】

【図 1】本発明の一実施形態に係る補間フィルタを備えた映像信号処理装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】2 倍拡大ズームにおける補間前の画像座標である。

【図 3】2 倍拡大ズームにおける補間後の画像座標である。

【図 4】2 倍拡大ズームにおける補間を行うための座標データである。

【図 5】手振れ補正における補間前の画像座標である。

【図 6】手振れ補正における補間後の画像座標である。

【図 7】手振れ補正における補間を行うための座標データである。

【図 8】従来の補間手法として線形補間関数を用いた例の特性を示すグラフである。

【図 9】従来の補間手法として 3 次畳込み内挿補間関数を用いた例の特性を示すグラフである。

【図 10】本発明に係る補間手法の特性を示すグラフである。

【符号の説明】

【 0 0 5 1 】

1 0 1	補間フィルタ
1 0 2	固体撮像素子
1 0 3	サンプル / ホールド A / D 変換部
1 0 4	信号処理部
1 0 5	メモリ
1 0 6	メモリ制御部
1 0 7	C P U
1 0 8	垂直補間フィルタ
1 0 9	水平補間フィルタ
1 1 0	補間画素位置算出器
1 1 1	出力部

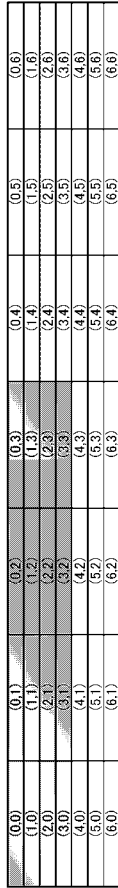
10

20

30

40

【図 5】



【図 6】

 $(i_V + k_V, i_H + k_H)$

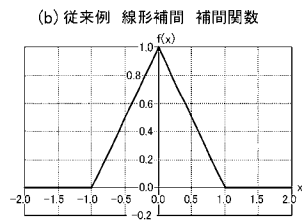
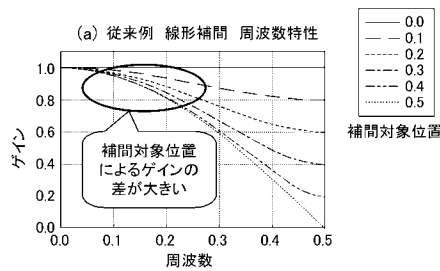
$(1 + 1/4, 1 + 1/2)$	$(1 + 1/4, 2 + 1/2)$	$(1 + 1/4, 3 + 1/2)$	$(1 + 1/4, 4 + 1/2)$
$(2 + 1/4, 1 + 1/2)$	$(2 + 1/4, 2 + 1/2)$	$(2 + 1/4, 3 + 1/2)$	$(2 + 1/4, 4 + 1/2)$
$(3 + 1/4, 1 + 1/2)$	$(3 + 1/4, 2 + 1/2)$	$(3 + 1/4, 3 + 1/2)$	$(3 + 1/4, 4 + 1/2)$
$(4 + 1/4, 1 + 1/2)$	$(4 + 1/4, 2 + 1/2)$	$(4 + 1/4, 3 + 1/2)$	$(4 + 1/4, 4 + 1/2)$

【図 7】

 $(i_V - 1 \sim i_V + 2, i_H - 1 \sim i_H + 2)$
 k_V
 k_H

$(0 \sim 3, 0 \sim 3)$ $k_V = 1/4$ $k_H = 1/2$	$(0 \sim 3, 1 \sim 4)$ $k_V = 1/4$ $k_H = 1/2$	$(0 \sim 3, 2 \sim 5)$ $k_V = 1/4$ $k_H = 1/2$	$(0 \sim 3, 3 \sim 6)$ $k_V = 1/4$ $k_H = 1/2$
$(1 \sim 4, 0 \sim 3)$ $k_V = 1/4$ $k_H = 1/2$	$(1 \sim 4, 1 \sim 4)$ $k_V = 1/4$ $k_H = 1/2$	$(1 \sim 4, 2 \sim 5)$ $k_V = 1/4$ $k_H = 1/2$	$(1 \sim 4, 3 \sim 6)$ $k_V = 1/4$ $k_H = 1/2$
$(2 \sim 5, 0 \sim 3)$ $k_V = 1/4$ $k_H = 1/2$	$(2 \sim 5, 1 \sim 4)$ $k_V = 1/4$ $k_H = 1/2$	$(2 \sim 5, 2 \sim 5)$ $k_V = 1/4$ $k_H = 1/2$	$(2 \sim 5, 3 \sim 6)$ $k_V = 1/4$ $k_H = 1/2$
$(3 \sim 6, 0 \sim 3)$ $k_V = 1/4$ $k_H = 1/2$	$(3 \sim 6, 1 \sim 4)$ $k_V = 1/4$ $k_H = 1/2$	$(3 \sim 6, 2 \sim 5)$ $k_V = 1/4$ $k_H = 1/2$	$(3 \sim 6, 3 \sim 6)$ $k_V = 1/4$ $k_H = 1/2$

【図 8】

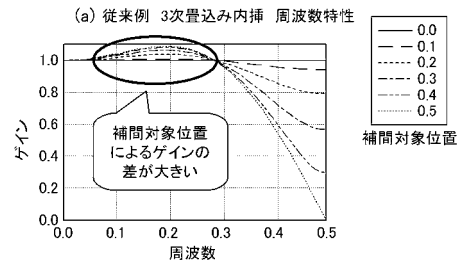


$$\hat{f}(x) = 1 - |x| \quad 0 \leq |x| \leq 1$$

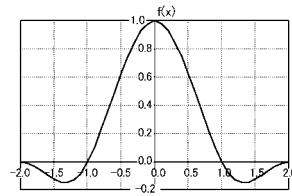
$$\hat{f}(x) = 0 \quad 1 \leq |x|$$

$$Y(k) = Y_j + k \quad (-Y_1 + Y_2)$$

【図 9】



(b) 従来例 3次畳込み内挿 補間関数



$$\hat{f}(x) = 1 - 2|x|^2 + |x|^3 \quad 0 \leq |x| \leq 1$$

$$\hat{f}(x) = 4 - 8|x| + 5|x|^2 - |x|^3 \quad 1 \leq |x| \leq 2$$

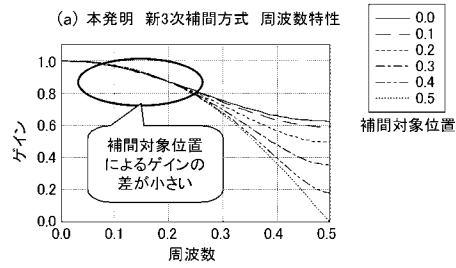
$$\hat{f}(x) = 0 \quad 2 \leq |x|$$

$$Y(k) = Y_j + k \quad (-Y_0 + Y_2)$$

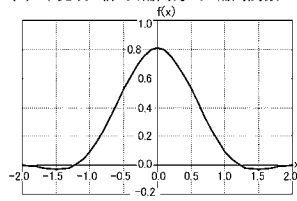
$$+ k^2(2Y_0 - 2Y_1 + Y_2 - Y_3)$$

$$+ k^3(-Y_0 + Y_1 - Y_2 + Y_3)$$

【図 10】



(b) 本発明 新3次補間方式 補間関数



$$f(x) = \frac{13}{16} - \frac{25}{16}|x|^2 + \frac{27}{32}|x|^3 \quad 0 \leq |x| \leq 1$$

$$f(x) = 2 - \frac{29}{8}|x| + \frac{17}{8}|x|^2 - \frac{13}{32}|x|^3 \quad 1 \leq |x| \leq 2$$

$$f(x) = 0 \quad 2 \leq |x|$$

$$Y(k) = \frac{3}{32}Y_0 + \frac{13}{16}Y_1 + \frac{3}{32}Y_2$$

$$+ k \left(-\frac{19}{32}Y_0 + \frac{19}{32}Y_2 \right)$$

$$+ k^2 \left(\frac{29}{32}Y_0 - \frac{25}{16}Y_1 + \frac{31}{32}Y_2 - \frac{5}{16}Y_3 \right)$$

$$+ k^3 \left(-\frac{13}{32}Y_0 + \frac{27}{32}Y_1 - \frac{27}{32}Y_2 + \frac{13}{32}Y_3 \right)$$

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
H 0 4 N 9/07 (2006.01) H 0 4 N 9/07 C

(74)代理人 100115691

弁理士 藤田 篤史

(74)代理人 100117581

弁理士 二宮 克也

(74)代理人 100117710

弁理士 原田 智雄

(74)代理人 100121728

弁理士 井関 勝守

(72)発明者 津村 敬一

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

(72)発明者 中嶋 俊幸

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

F ターム(参考) 5B057 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01 CB08 CB12 CB16 CC02 CD06
 CE06

5C065 GG03 GG13 GG27 GG32

5C076 AA21 BA06 BB04

5C122 DA03 DA04 EA41 FE03 FH07 FH23 HA42 HA63 HB07 HB09

HB10