

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5846885号
(P5846885)

(45) 発行日 平成28年1月20日(2016.1.20)

(24) 登録日 平成27年12月4日(2015.12.4)

(51) Int.Cl.	F 1
HO4N 5/243 (2006.01)	HO4N 5/243
HO4N 1/407 (2006.01)	HO4N 1/40 1 O 1 E
GO6T 5/00 (2006.01)	GO6T 5/00 7 4 O
HO4N 5/225 (2006.01)	HO4N 5/225 F

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2011-271006 (P2011-271006)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(22) 出願日	平成23年12月12日(2011.12.12)	(74) 代理人	100083840 弁理士 前田 実
(65) 公開番号	特開2013-123148 (P2013-123148A)	(74) 代理人	100116964 弁理士 山形 洋一
(43) 公開日	平成25年6月20日(2013.6.20)	(74) 代理人	100135921 弁理士 篠原 昌彦
審査請求日	平成26年10月2日(2014.10.2)	(72) 発明者	鈴木 大祐 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
		(72) 発明者	豊田 善隆 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置及び画像処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力画像の注目画素とその周辺画素から、入力画像を増感した増感画像を得る増感部と、

前記増感画像の各画素の輝度値に基づいて、各画素のための補正係数を決定する補正係数決定部と、

前記補正係数決定部で決定された各画素のための前記補正係数を、前記増感画像の各画素の画素値に乘算して、補正後の画像信号を生成する補正係数乗算部とを備え、

前記増感部における増感倍率は画像内の全ての画素に対して一定であり、

前記増感部における増感倍率を L とし、

前記増感画像の各画素の輝度値を X_s とし、

第1の閾値を TH_1 とし、

第2の閾値を TH_2 とし、

前記補正係数を K とするとき、次式

【数4】

$$K = 1 \quad (0 \leq X_s < TH_1)$$

$$K = \frac{G}{\left(1 + (G-1) \times \frac{X_s}{TH_2}\right) \times L} \quad (TH_1 \leq X_s < TH_2)$$

$$K = \frac{1}{L} \quad (TH_2 \leq X_s)$$

$$G = \frac{L \times (TH_2 - TH_1)}{TH_2 - L \times TH_1}$$

$$TH_2 > L \times TH_1$$

10

の関係が満たされるように、前記補正係数決定部が前記補正係数を定める
ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

前記補正係数乗算部が output する、前記補正後の画像の画素値と前記入力画像の画素値を合成して output する合成部をさらに備え、

前記合成部は、前記補正係数乗算部が output する、前記補正後の画像の画素ごとに、

20

前記増感画像の輝度値が前記第2の閾値以上である場合、前記補正後の画像の画素値と前記入力画像の画素値を一定の割合で加算して output し、

前記増感画像の輝度値が前記第2の閾値未満である場合、前記補正後の画像の画素値をそのまま output する

ことを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】

前記増感画像を解析してその特徴を表す情報を得る画像解析部と、

前記画像解析部による画像解析結果に基づいて、前記第1の閾値及び前記第2の閾値を求める閾値算出部とを備え、

前記補正係数決定部は、前記閾値算出部が求めた前記第1の閾値及び前記第2の閾値を用いて、前記輝度値との比較を行う

30

ことを特徴とする請求項1又は2に記載の画像処理装置。

【請求項4】

前記画像解析部による前記画像解析結果は、前記増感画像の輝度のヒストグラムであり、

前記閾値算出部は、前記輝度のヒストグラムに基づいて前記第1の閾値及び前記第2の閾値を求める

ことを特徴とする請求項3に記載の画像処理装置。

【請求項5】

前記画像解析部は、前記増感画像の特定の領域を検出し、

40

前記閾値算出部は、前記画像解析部により検出された特定の領域の画像の特徴に基づいて前記第1の閾値及び前記第2の閾値を求めて出力する

ことを特徴とする請求項3又は4に記載の画像処理装置。

【請求項6】

入力画像の注目画素とその周辺画素から、入力画像を増感した増感画像を得る増感ステップと、

前記増感画像の各画素の輝度値に基づいて、各画素のための補正係数を決定する補正係数決定ステップと、

前記補正係数決定ステップで決定された各画素のための前記補正係数を、前記増感画像の各画素の画素値に乗算して、補正後の画像信号を生成する補正係数乗算ステップとを備

50

え、

前記増感ステップにおける増感倍率は画像内の全ての画素に対して一定であり、

前記増感ステップにおける増感倍率を L とし、

前記増感画像の各画素の輝度値を X_s とし、

第 1 の閾値を TH₁ とし、

第 2 の閾値を TH₂ とし、

前記補正係数を K とするとき、次式

【数 5】

$$K = 1 \quad (0 \leq X_s < TH_1)$$

10

$$K = \frac{G}{\left(1 + (G - 1) \times \frac{X_s}{TH_2}\right) \times L} \quad (TH_1 \leq X_s < TH_2)$$

$$K = \frac{1}{L} \quad (TH_2 \leq X_s)$$

$$G = \frac{L \times (TH_2 - TH_1)}{TH_2 - L \times TH_1}$$

$$TH_2 > L \times TH_1$$

20

の関係が満たされるように、前記補正係数決定ステップが前記補正係数を定める
ことを特徴とする画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、低照度の撮像環境において、より高感度な撮像画像が得られる撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の撮像装置として、N 画素 (N は 2 以上の整数) 前までのデジタル信号を全て加算する機能を実行することにより、固体撮像素子の高感度化や S/N 向上を図るように構成したものが知られている (例えば、特許文献 1 参照) 。

また、従来の画像処理装置として、注目画素とその周辺の画素に対する複数のフィルタ値を重み付け加算し、その結果に対して増感倍率を乗算して、解像度低下の少ない高感度な画像を得るように構成したものが知られている (例えば、特許文献 2 参照) 。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2000-184274 号公報 (第 4 頁、段落 0010)

30

【特許文献 2】国際公開第 2010/058497 号 (第 2 頁、段落 0007)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 では注目画素に加算する画素数 N、特許文献 2 では増感倍率 Gain が、画像内の全ての画素に対して一定であるために、高感度化前の入力画像の中の高輝度な領域は、高感度化後には白とびし、また、高輝度な領域の周辺で色の変化が起こるという問題があった。

【0005】

この発明は、上述の課題を解決するためになされたもので、注目画素とその周辺画素か

40

50

ら高感度な画像を得ても、高輝度な領域が白とびせず、高輝度な領域の周辺で色の変化が起らないようにすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の画像処理装置は、

入力画像の注目画素とその周辺画素から、入力画像を増感した増感画像を得る増感部と、

前記増感画像の各画素の輝度値に基づいて、各画素のための補正係数を決定する補正係数決定部と、

前記補正係数決定部で決定された各画素のための前記補正係数を、前記増感画像の各画素の画素値に乗算して、補正後の画像信号を生成する補正係数乗算部とを備え、

前記増感部における増感倍率は画像内の全ての画素に対して一定であり、

前記増感部における増感倍率をLとし、

前記増感画像の各画素の輝度値をX_sとし、

第1の閾値をTH1とし、

第2の閾値をTH2とし、

前記補正係数をKとするとき、次式

【数6】

$$K = 1 \quad (0 \leq X_s < TH_1)$$

$$K = \frac{G}{\left(1 + (G-1) \times \frac{X_s}{TH_2}\right) \times L} \quad (TH_1 \leq X_s < TH_2)$$

$$K = \frac{1}{L} \quad (TH_2 \leq X_s)$$

$$G = \frac{L \times (TH_2 - TH_1)}{TH_2 - L \times TH_1}$$

$$TH_2 > L \times TH_1$$

の関係が満たされるように、前記補正係数決定部が前記補正係数を定める
ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、入力画像の注目画素とその周辺画素から得られた増感画像の各画素の輝度値及び増感倍数に応じて、各画素の輝度の補正係数を算出し、その各画素の輝度の補正係数を用いて、増感画像の各画素を補正するので、入力画像の中の高輝度な領域が白とびせず、また、入力画像の中の高輝度な領域の周辺での色の変化も生じることなく高感度画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の実施の形態1の画像処理装置（実施の形態1の画像処理方法を実施する装置）の概略構成を示すプロック図である。

【図2】実施の形態1の画像処理装置の動作（実施の形態1の画像処理方法）を概略的に示すフローチャートである。

【図3】実施の形態1の画像処理装置において用いる補正係数の例を示すグラフである。

【図4】本発明の実施の形態2の画像処理装置（実施の形態2の画像処理方法を実施する装置）の概略構成を示すプロック図である。

【図5】本発明の実施の形態3の画像処理装置（実施の形態3に係る画像処理方法を実施

10

20

30

40

50

する装置)の概略構成を示すブロック図である。

【図6】実施の形態3に係る画像処理装置の各所に現れる輝度値の分布における輝度信号分布の変化を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1に係る画像処理装置(実施の形態1に係る画像処理方法を実施する装置)の構成を概略的に示すブロック図である。図1に示されるように、実施の形態1に係る画像処理装置は、増感部1と、輝度信号生成部2と、補正係数決定部3と、補正係数乗算部4と、制御部5とを有する。

10

【0010】

図1の画像処理装置に入力される入力画像信号 X_i は、画像の各画素の画素値を表すものであり、画像内における各画素の水平方向位置を h 、垂直方向位置を v とするとき、当該画素及びその画素値は $X_i(h, v)$ で表される。

【0011】

増感部1は、入力画像信号 X_i で表される画像の各画素 $X_i(h, v)$ を順次注目画素として選択し、注目画素とその周辺画素から、入力画像を増感した増感画像信号 X_s を出力する。具体的には、該注目画素の画素値に、注目画素の周辺の($L - 1$)個の画素の画素値を加算することで増感倍率 L で増感した増感画像信号 X_s を生成する。例えば、特許文献1に示されるように、直前の($L - 1$)個(特許文献1の「N個」に相当)の画素の画素値を加算することとしても良い。

20

【0012】

増感部1における増感倍率 L は、制御部5から与えられるものであり、画像内の全ての画素に対して一定である。

複数フレームの画像が連続して得られる場合には、少なくとも各フレーム期間中は、増感倍率 L が一定に保たれ、異なるフレーム間では、増感倍率が異なっていても良い。

【0013】

注目画素 $X_i(h, v)$ の信号は、例えば、8ビット階調で、水平方向640画素×垂直方向480画素のマトリクス状に2次元配列された赤(R)、緑(G)、青(B)の3色の信号(以下「RGB信号」と言う。)である。注目画素 $X_i(h, v)$ のR信号の画素値を $R_i(h, v)$ 、G信号の画素値を $G_i(h, v)$ 、B信号の画素値を $B_i(h, v)$ と表記する。以下では、各信号の画素値を、画素値を「信号レベル」と言うこともある。

30

【0014】

入力画像信号 X_i は、RGB信号に限定されず、YCbCr信号などであってもよい。入力画像信号 X_i としてYCbCr信号を用いる場合には、増感部1は、YCbCr信号をRGB信号に色変換処理する色変換部(図示せず)を備える。また、入力画像信号 X_i の階調数は、上記8ビットに限定されない。さらに、入力画像信号 X_i は、上記の画素数の画像を表すものに限定されず、異なる画素数の画像を表すものであってもよい。

40

【0015】

増感画像信号 X_s の階調数は、入力画像信号 X_i の階調数に $\log_2(L)$ を加算した階調数を有する。こうすることで、増感したことによる信号飽和が起きるのを避けることができる。例えば、入力画像信号 X_i の階調数が8ビットであり、注目画素に加算する画素数($L - 1$)が3である場合、増感画像信号 X_s の階調数は $10 (= 8 + \log_2(3 + 1))$ ビットである。

【0016】

増感画像信号 X_s の画素 $X_s(h, v)$ のR画素値を $R_s(h, v)$ 、G画素値を $G_s(h, v)$ 、B画素値を $B_s(h, v)$ と表記する。

【0017】

輝度信号生成部2は、増感部1が出力する増感画像信号 X_s のR画素値、G画素値及び

50

B 画素値から輝度値 $Y_s (h, v)$ を算出し、該輝度値を表す輝度信号 Y_s を出力する。輝度信号 Y_s の階調数は増感画像信号 X_s の階調数と等しく、ITU-R BT.709 規定の場合、増感画像の画素 $X_s (h, v)$ の輝度値 $Y_s (h, v)$ は、画素 $X_s (h, v)$ の R 画素値を $R_s (h, v)$ 、G 画素値を $G_s (h, v)$ 、B 画素値を $B_s (h, v)$ から、次式(1)により算出することができる。

$$\begin{aligned} Y_s (h, v) \\ = 0.299 \times R_s (h, v) + 0.587 \times G_s (h, v) \\ + 0.114 \times B_s (h, v) \end{aligned} \quad (1)$$

なお、輝度値 $Y_s (h, v)$ を算出するための変換式は、上記の式(1)に限定されず、例えは画像処理装置内の信号処理で採用される色空間の規格に応じて変えることができる。

【0018】

補正係数決定部3は、第1の補正係数出力部31と、第2の補正係数出力部32と、第3の補正係数K3を出力する第3の補正係数出力部33と、補正係数選択部34と、閾値保持部35とを有する。

【0019】

第1の補正係数出力部31は、輝度値 $Y_s (h, v)$ に依存しない第1の一定の値を取る第1の補正係数K1を出力する。第1の補正係数出力部31は、例えは、下記の式(2a)で表される値を持つ第1の補正係数K1を出力する。

$$K_1 = 1 \quad (2a)$$

【0020】

第2の補正係数出力部32は、輝度値 $Y_s (h, v)$ に依存して変化する第2の補正係数K2を出力する。第2の補正係数出力部32は、輝度信号生成部2が出力する輝度信号 Y_s 、制御部5が出力する増感倍率L、並びに閾値保持部35が出力する閾値 TH_1 及び TH_2 を入力とし、これらに基づいて、下記の式(2b)で表される値を持つ第2の補正係数K2を出力する。

【数1】

$$K_2 = \frac{G}{1 + (G-1) \times \frac{Y_s}{TH_2}} \quad (TH_1 \leq Y_s < TH_2) \quad \dots (2b)$$

但し、

$$G = \frac{L \times (TH_2 - TH_1)}{TH_2 - L \times TH_1} \quad \dots (2c)$$

【0021】

第3の補正係数出力部33は、輝度値 $Y_s (h, v)$ に依存しない第2の一定の値を取る第3の補正係数K3を出力する。第3の補正係数出力部33は、例えは、制御部5が出力する増感倍率Lを入力とし、これに基づいて、下記の式(2d)で表される値を持つ第3の補正係数K3を出力する。

$$K = 1 / L \quad (2d)$$

【0022】

なお、閾値 TH_2 と閾値 TH_1 の間には以下の関係がある。

$$TH_2 > L \times TH_1 \quad (2e)$$

【0023】

補正係数選択部34は、輝度信号生成部2が出力する輝度信号 Y_s 、並びに閾値保持部35が出力する閾値 TH_1 及び閾値 TH_2 を入力とし、これらに基づいて、第1、第2及び第3の補正係数K1、K2及びK3のいずれかを選択して出力する。

10

20

40

50

このため、各画素についての輝度値 $Y_s (h, v)$ が閾値 TH_1 未満か閾値 TH_1 以上か、及び、閾値 TH_2 未満か閾値 TH_2 以上かを判断し、輝度値 $Y_s (h, v)$ が閾値 TH_1 未満であるときに、第 1 の補正係数 K_1 を選択して補正係数 K として出力し、輝度値 $Y_s (h, v)$ が閾値 TH_2 以上であるときに、第 3 の補正係数 K_3 を選択して補正係数 K として出力し、輝度値 $Y_s (h, v)$ が閾値 TH_1 以上閾値 TH_2 未満であるときに、第 2 の補正係数 K_2 を選択して補正係数 K として出力する。

補正係数選択部 3 4 の出力 K は補正係数決定部 3 の出力（補正係数）として補正係数乗算部 4 に供給される。

【0024】

このような処理をする結果、補正係数決定部 3 は全体として以下のように定められる補正係数 K を出力することになる。 10

【数 2】

$$K = 1 \quad (0 \leq Y_s < TH_1) \quad \dots \quad (3a)$$

$$K = \frac{G}{\left(1 + (G-1) \times \frac{Y_s}{TH_2}\right) \times L} \quad (TH_1 \leq Y_s < TH_2) \quad \dots \quad (3b)$$

$$\text{但し, } G = \frac{L \times (TH_2 - TH_1)}{TH_2 - L \times TH_1} \quad \dots \quad (3c) \quad 20$$

$$K = \frac{1}{L} \quad (TH_2 \leq Y_s) \quad \dots \quad (3d)$$

【0025】

式 (3b)、(3c)、及び (3d) において、 L は増感部 1 における増感倍率を示し、1 以上の値である。 TH_1 は増感画像信号 X_s の低輝度部と中輝度部を分ける切替点輝度を示し、 TH_2 は増感画像信号 X_s の中輝度部と高輝度部を分ける切替点輝度を示す。

【0026】

補正係数乗算部 4 は、増感部 1 が出力する増感画像信号 $X_s (h, v)$ の R 画素値 $R_s (h, v)$ 、G 画素値 $G_s (h, v)$ 、及び B 画素値 $B_s (h, v)$ に、補正係数決定部 3 から出力される補正係数 K を乗算し、高感度画像信号の画素値 $X_o (h, v)$ を出力する。 30

増感画像信号 X_s の画素値に補正係数 K を乗算したことにより、輝度値 Y_s が閾値 TH_1 以上の画素信号が階調圧縮され、出力画像 X_o の階調数を入力画像 X_i の階調数と等しくすることができる。

【0027】

補正係数決定部 3 内の上記の補正係数出力部 3 1、3 2、及び 3 3、補正係数選択部 3 4、並びに閾値保持部 3 5 は、必ずしもそれぞれ独立した構成を意味するものではなく、これらを 1 つの構成で実現してもよい。例えば、ルックアップテーブルを保持する記憶部とそこからデータを読み出す読出部、又は、1 つの演算部などによって実現できる。 40

なお、補正係数 K の算出処理の詳細は、後述する。

【0028】

図 2 は、実施の形態 1 に係る画像処理装置の動作（実施の形態 1 に係る画像処理方法）を概略的に示すフローチャートである。

図 2 に示されるように、実施の形態 1 に係る画像処理方法は、増感処理ステップ S 1 と、輝度信号生成処理ステップ S 2 と、補正係数決定処理ステップ S 3 と、補正係数乗算処理ステップ 4 とを含む。

【0029】

まず、増感処理ステップ S 1において、入力画像信号 X_i を増感倍率 L で増感して増感画像信号 X_s を生成する。この増感は、入力画像 X_i の注目画素の画素値に、周辺画素の画素値を加算することで行われる。

次に輝度信号生成処理ステップ S 2において、増感処理ステップ S 1で生成された増感画像 X_s の画素ごとの輝度値を決定する。

次に補正係数決定処理ステップ S 3において、輝度値 Y_s から増感画像の各画素に対する補正係数 K を決定する。

次に補正係数乗算処理ステップ S 4において、補正係数決定処理ステップ 3 で得られた補正係数 K を増感画像信号 X_s の各画素の画素値 $X_s(h, v)$ に乗算し、高感度画像信号 X_o の画素値を生成する。

10

【0030】

以下に、補正係数決定部 3 の動作を詳細に説明する。

図 1 に示される補正係数決定部 3 は、増感画像 X_s の低輝度部（輝度値 Y_s が閾値 TH_1 未満の画素により構成される領域）と、中輝度部（輝度値 Y_s が閾値 TH_1 以上、閾値 TH_2 未満の画素により構成される領域）と、高輝度部（輝度値 Y_s が閾値 TH_2 以上の画素により構成される領域）で、異なる算出式を用いて補正係数 K を求める。

【0031】

低輝度部に対する補正係数 K は、例えば、式 (3a) により求め、中輝度部に対する補正係数 K は、例えば、式 (3b) により求め、高輝度部に対する補正係数 K は、例えば、式 (3d) により求める。

20

【0032】

式 (3a) の補正係数 K は、図 1 の第 1 の補正係数出力部 31 から出力される第 1 の補正係数 K_1 であり、式 (3b) の補正係数 K は、図 1 の第 2 の補正係数出力部 32 から出力される第 2 の補正係数 K_2 であり、式 (3d) の補正係数 K は、図 1 の第 3 の補正係数出力部 33 から出力される第 3 の補正係数 K_3 である。

【0033】

図 3 は、補正係数決定部 3 により得られる補正係数 K を示すグラフである。図 3 において、横軸は、増感画像信号 X_s の各画素の輝度値を示し、縦軸は、補正係数 K を示す。

【0034】

閾値 TH_1 は、増感画像信号 X_s の低輝度部 LL と中輝度部 ML で補正係数の算出式を切り替える閾値であり、輝度値 $Y_s(h, v)$ が閾値 TH_1 未満の場合は、式 (3a) により補正係数 K を求める。また、輝度値 $Y_s(h, v)$ が閾値 TH_1 以上であり、後述の閾値 TH_2 未満である場合は、式 (3b) により補正係数 K を求める。閾値 TH_1 においては、式 (3a)、式 (3b) により求められる補正係数が互いに等しくなるように、パラメータ G は式 (3c) に従って決定される。

30

【0035】

閾値 TH_1 の上限値は、入力画像信号 X_i の階調上限値であり、例えば、入力画像信号 X_i が 8 ビット階調である場合、閾値 TH_1 の上限値は $255 (= (2 \text{ の } 8 \text{ 乗}) - 1)$ となる。

【0036】

閾値 TH_2 は、増感画像信号 X_s の中輝度部 ML と高輝度部 HL で補正係数の算出式を切り替える閾値であり、輝度値 $Y_s(h, v)$ が、閾値 TH_2 未満であり、上記の閾値 TH_1 以上である場合は、式 (3b) により補正係数 K を求める。また、輝度値 $Y_s(h, v)$ が閾値 TH_2 以上である場合は、式 (3d) により補正係数 K を求める。ここで、閾値 TH_2 においては、式 (3b)、式 (3d) は共に増感部 1 における増感倍率 L の逆数 ($= 1 / L$) となる。

40

【0037】

閾値 TH_2 の上限値は、増感画像信号 X_s の階調数により一義的に決まる。例えば、入力画像信号 X_i の R 画素、G 画素、B 画素が 8 ビット階調で信号上限値が 255 であり、増感部 1 における増感倍率 L が 4 である場合には、閾値 TH_2 の上限値は 1020 (25

50

5 × 4) となり、10ビット階調となる。

【0038】

閾値 TH1 は、増感倍率 L での増感を行いたい入力画像信号 Xi の輝度値の範囲の上限値となるように決定される。例えば、増感部1における増感倍率 L が 2 であり、入力画像信号 Xi の輝度値が 64 までの画素に対して、増感倍率 L = 2 での増感を行いたい場合、TH1 は 128 (= 64 × 2) とする。

【0039】

増感画像信号 Xs の輝度値が閾値 TH1 未満の画素に対しては、乗算する補正係数 K が 1 となり、補正係数乗算部4から出力される高感度画像信号 Xo の画素値は増感画像信号 Xs の画素値と等しくなる。これにより、増感画像信号 Xs の画素値に補正係数 K を乗算することで得られる高感度画像 Xo の低輝度領域において、増感部1における増感の効果を損なわないようにすることができる。

【0040】

閾値 TH2 は、入力画像信号 Xi の増感を行いたくない輝度値の範囲の下限値に一致するように決定される。例えば、増感部1における増感倍率 L が 2 であり、入力画像信号 Xi の輝度値が 192 以上の画素に対して増感を行いたくない場合、TH2 は 384 (= 192 × 2) とする。

【0041】

増感画像信号 Xs の輝度値が閾値 TH2 以上の高輝度部の画素に対しては、乗算する補正係数 K が、増感部1における増感倍率 L の逆数 (1/L) となり、補正係数乗算部4から出力される高感度画像信号 Xo の画素値が入力画像信号 Xi の画素値とほぼ等しくなる。即ち、増感画像信号 Xs の画素値に補正係数 K を乗算することで得られる高感度画像 Xo の高輝度領域において、入力画像信号 Xi の画素値を維持することができ、入力画像の高輝度領域の白とびや、高輝度領域周辺の色の変化が起こらないようにすることができる。

【0042】

増感画像信号 Xs の輝度値が閾値 TH1 以上閾値 TH2 未満の中輝度部の画素に対しては、増感画像信号 Xs の各画素の輝度値が大きくなるにつれて、補正係数 K が、次第に減少し(単調減少)、増感倍率 L の逆数に漸近するため、増感画像信号 Xs に補正係数 K を乗算することで得られる高感度画像 Xo の中輝度領域において、階調反転が生じずに、輝度分布幅を圧縮することが出来る。

【0043】

このように式(3a)、(3b)、(3d)を用いた補正を行うことで、入力画像の低輝度領域に対しては、増感倍率 L の高感度化を行い、中輝度領域に対しては、階調反転が生じないように信号分布幅を圧縮し、高輝度領域に対しては、増感を行わず、低輝度領域から高輝度領域に亘って、視認性のよい高感度画像が得ることできる。

【0044】

実施の形態2.

図4は、本発明の実施の形態2に係る画像処理装置(実施の形態2に係る画像処理方法を実施する装置)の構成を概略的に示すブロック図である。

実施の形態2に係る画像処理装置は、補正係数 K に基づいて、増感画像信号 Xs の画素値と入力画像信号 Xi の画素値を一定の割合で加算する合成部6が付加されている点、及び補正係数選択部34の代わりに補正係数選択部36を備えている点で上記実施の形態1と異なる。

【0045】

補正係数選択部36は、補正係数選択部34と同様に補正係数の選択を行うが、それとともに、輝度信号 Ys と第2の閾値 TH2との比較結果を示す信号(判定信号) CS を出力する。この判定信号 CS は、輝度信号 Ys が第2の閾値 TH2 以上であったか否かを示すものであり、従って、第3の補正係数 K3 が補正係数 K として選択されたか否かを示す信号でもある。

10

20

30

40

50

【0046】

合成部6は、判定信号CSを入力とし、増感画像Xsの輝度値Ysが第2の閾値TH2以上であるか(従って、補正係数K3が補正係数Kとして用いられているか否か)を、判定信号CSに基づいて、画素ごとに判断し、増感画像Xsの輝度値Ysが第2の閾値TH2以上である場合、入力画像Xiと高感度画像Xoを下式に示すように、A:1-Aの比率で加算することで得られる信号Xobを出力し、増感画像Xsの輝度値Ysが第2の閾値TH2未満である場合、高感度画像Xoをそのまま信号Xobとして出力する。

【数3】

$$\begin{aligned} Xob &= Xi \times A + Xo \times (1 - A) & (Ys \geq TH2) \\ Xob &= Xo & (Ys < TH2) \end{aligned} \quad (4)$$

10

【0047】

増感画像Xsの輝度値Ysが第2の閾値TH2以上である画素では、高感度画像信号Xoの画素値と入力画像信号Xiの画素値は前述したようにほぼ等しくなっているが、解像度は入力画像信号Xiの方が高い。すなわち、合成部6における加算比Aを1に近づけることにより、増感画像Xsの輝度値Ysが第2の閾値TH2以上である領域(高輝度領域HL)の信号は、入力画像信号Xiの画素値の割合が大きくなり、解像度を向上させることができる。

加算比Aは、出力させる画像の高輝度部の画像品質を踏まえ、増感部1による画像信号のS/N改善量と、解像度低下量から判断して事前に決定すればよく、解像度を重視したい場合にはAを1に近づけ、S/Nを重視したい場合にはAを0に近づければよい。

20

【0048】

実施の形態1及び2では、補正係数決定部3において、輝度信号生成部2が出力する輝度信号Ysを用いて、増感画像信号Xsの画素ごとの補正係数Kを算出する構成としたが、輝度信号への寄与が最も大きい増感画像信号XsのG画素値Gsを用いる構成としてもよい。この場合、輝度信号生成部2としては、増感画像信号XsのG画素値Gsを抽出するものを用いれば良く、輝度値を算出する処理が不要となるので、画像処理装置の構成規模を小さくできるという効果がある。

30

【0049】

実施の形態1及び2では、補正係数Kの算出が、増感部1が出力する増感画像信号Xsの各画素の輝度値のみに基づいており、入力画像Xiの高輝度領域の白とびや、高輝度領域周辺の色の変化が生じない高感度画像Xoを生成するために必要となる遅延時間を極力短くすることができる。

【0050】

実施の形態1及び2では、外付けフレームメモリを用いることなく、画素単位で入力画像Xiの高輝度領域の白とびや、高輝度領域周辺の色の変化が生じない高感度画像Xoを生成することができ、また、複雑な演算を行う必要が無いので、構成の簡素化、その結果、コスト低減を図ることができる。

40

【0051】

実施の形態3。

図5は、本発明の実施の形態3に係る画像処理装置(実施の形態3に係る画像処理方法を実施する装置)の構成を概略的に示すブロック図である。

実施の形態3に係る画像処理装置は、画像解析部7及び閾値算出部8が付加されており、補正係数決定部3内の補正係数選択部34の代わりに補正係数選択部37を備えており、一方閾値保持部35が省かれている点で、図1の画像処理装置と異なる。

【0052】

画像解析部7は、増感画像信号Xsから画像を解析してその特徴を表す情報を得る。例

50

えば、画面全体や被写体の明るさ、コントラスト、輝度分布、輝度のヒストグラム、色の分布等を求めて出力する。

画像解析部7は、また、被写体の特定のカテゴリーの領域（画像処理上重要であって、特定の画像処理が好まれる領域、例えば、人の顔など）を検出する機能を有してもよい。この場合、特定の領域（例えば人の顔）が検出されたか否かを示す情報を出力しても良く、特定の領域の検出されたときに、検出された特定の領域のコントラスト、輝度分布、輝度のヒストグラム、色の分布等を求めて出力するようにしても良い。

【0053】

閾値算出部8は、画像解析部7で得られた画像解析結果から、補正係数Kを求めるときに用いる閾値TH1及びTH2を求めて出力する。

10

例えば、画像全体のコントラスト、輝度分布等に基づいて閾値TH1、TH2を定めても良く、特定の領域のコントラスト、輝度分布等に基づいて閾値TH1、TH2を定めても良く、特定の領域が検出されたかどうかに基づいて閾値TH1、TH2を定めても良い。

【0054】

閾値算出部8から出力された閾値TH1及びTH2は、第2の補正係数出力部32、及び補正係数選択部37に供給される。

【0055】

第2の補正係数出力部32は、閾値算出部8から供給された閾値TH1、TH2を用いて式(2b)、(2c)の演算を行うことで、第2の補正係数K2を求めて出力する。

【0056】

補正係数選択部37は、閾値算出部8から供給された閾値TH1、TH2を、輝度信号Ysとの比較に用い、比較結果に基づいて補正係数の選択を行う。

20

【0057】

図6(a)～(c)は、実施の形態3の画像処理装置の各部に現れる画像の画素値の発生頻度分布を示す。以下では画素値がすべて輝度値であるものとして説明する。

画像解析部7で得られた画像解析結果に基づいて、閾値算出部8で閾値TH1、TH2を求め、その閾値TH1、TH2を用いて、補正係数Kを算出し、高感度画像信号Xoの画素値を得た場合の、高感度画像信号Xoの画素値の輝度ヒストグラムを示している。

【0058】

入力画像信号Xiの輝度分布が図6(a)に示すように、低輝度領域Di1の一連の高頻度部分（ピーク）と高輝度領域Di4の一連の高頻度部分にはっきり分かれた画像信号が増感部1に入力された場合、増感画像信号Xsの輝度分布は、図6(b)に示されるように、図6(a)の輝度分布を横軸（輝度値軸）方向にL倍したものとなる。

30

【0059】

画像解析部7が増感画像信号Xsを解析した結果、その輝度ヒストグラムが図6(b)に示す輝度分布で示されるものであることを示す情報を解析結果として出力する。

【0060】

この情報に基づいて、閾値算出部8は、図6(b)に示されるように、閾値TH1を、増感画像信号Xsの低輝度領域Ds1の一連の高頻度部分の最大値又はこの最大値よりも少し大きな値とし、閾値TH2を高輝度領域Ds4の一連の高頻度部分の最小値又はこの最小値よりも少し小さい値に決定する。

40

【0061】

図6(a)には閾値TH1、TH2に対応する入力画像Xiの輝度値が符号TH1/L、TH2/Lで示され、図6(c)には閾値TH1、TH2に対応する高感度画像Xoの輝度値が符号TH1、TH2/Lで示されている。

【0062】

このようにすることで、増感画像Xsの低輝度領域Ds1の一連の高頻度部分及び高輝度領域Ds4の一連の高頻度部分を正しく検出し、低輝度領域Ds1の一連の高頻度部分の画素に対する補正係数を1とすることができます、高輝度領域Ds4の一連の高頻度部分の画素に対する補正係数Kを増感倍率Lの逆数とすることができます、入力画像信号Xiの低輝

50

度領域 D_{i1} の一連の高輝度部分の分布幅を L 倍し、高感度画像 X_o の低輝度領域 D_{o1} として出力することができ、入力画像 X_i の高輝度領域 D_{i4} の一連の高輝度部分の分布幅をほぼ変えることなく、高感度画像信号 X_o の高輝度領域 D_{o4} として出力することができ、低輝度領域 D_{o1} の一連の高輝度部分と高輝度領域 D_{o4} の一連の高輝度部分に対して適切な信号レンジを割り当てた高感度画像 X_o を得ることができる。

【0063】

以上では、増感画像信号 X_s の画面全体の輝度のヒストグラムを用いて閾値 TH_1 、 TH_2 を決める場合について説明したが、被写体の特定の領域（重要な領域）（例えば、人の顔など）の検出結果に基づいて注目領域を決定し、注目領域の輝度分布から閾値 TH_1 、 TH_2 を決めるることもできる。この場合は、注目領域に対して最適な補正係数 K を用いることができ、特定の領域（重要な領域）の高感度化に重点をおいた補正を行うことが可能である。10

なお、実施の形態 3 において、上記以外の点は、実施の形態 1 の場合と同じである。

【0064】

実施の形態 1 及び 2 では、入力画像信号 X_i 及び高感度画像信号 X_o は、画素ごとに RGB 信号が揃っている構成としたが、ベイヤ配列された RGB 信号であってもよい。この場合、増感部 1 は、ベイヤ配列された RGB 信号を入力とし、ベイヤ配列された RGB 信号を出力とする増感処理が行われる。

【0065】

増感部 1 が、ベイヤ配列された RGB 信号を出力する場合、輝度信号生成部 2 は、増感部 1 が output するベイヤ配列の G 信号 G_s に対して、G 信号 G_s を輝度信号 Y_s として出力し、増感部 1 が output するベイヤ配列の R 信号 R_s に対して、信号 R_s に対応する画素の上下左右に位置する G 画素の G 信号の平均値を輝度信号 Y_s として出力し、増感部 1 が output するベイヤ配列の B 信号 B_s に対して、B 信号 B_s に対応する画素の上下左右に位置する G 画素の G 信号の平均値を輝度信号 Y_s として出力する。20

【0066】

実施の形態 1 及び 2 では、増感部 1 は、注目画素に注目画素の周辺画素を ($L - 1$) 個加算する構成としたが、注目画素を含む一定領域に対して複数のフィルタ値を算出し、算出された複数のフィルタ値を重み付け加算し、その重み付け加算の結果に増感倍率 L を乗算して、増感画像を出力する構成（例えば、特許文献 2 参照）としてもよい。ここで言う複数のフィルタ値とは、複数の互いに異なる特性のフィルタによるフィルタリングにより得られる値を意味し、例えば、注目画素を含む 1 次元方向のローパスフィルタ値、注目画素を含む 1 次元方向のメディアンフィルタ値、及び注目画素を含む 2 次元方向のローパスフィルタ値が含まれる。このように構成した場合にも、注目画素に注目画素の周辺画素を加算する場合と同様に、入力画像信号 X_i の高輝度領域の白とびと、高輝度領域周辺の色の変化が生じない高感度画像 X_o を得ることができる。30

【0067】

実施の形態 1 及び 2 では、増感部 1 で画像に対する増感に用いられる増感倍率 L （従つて、補正係数決定部 3 で補正係数の決定に用いられる増感倍率）を一定の値としたが、外部から調整可能なパラメータとしても良い。この場合、増感部 1 における増感倍率 L の変化に合わせて、補正係数 K を算出するための閾値 TH_1 、 TH_2 を変化させることとしても良い。例えば、増感倍率 L を 2 倍した場合、閾値 TH_1 を ($1 / 2$) 倍とすることで、増感画像信号 X_s の輝度信号 Y_s が閾値 TH_1 未満の領域の増感倍率を 2 倍としながら、白とびする領域が増えない高感度画像 X_o を得ることができる。40

【0068】

以上本発明を画像処理装置として説明したが、画像処理装置で実施される画像処理方法もまた本発明の一部を成す。

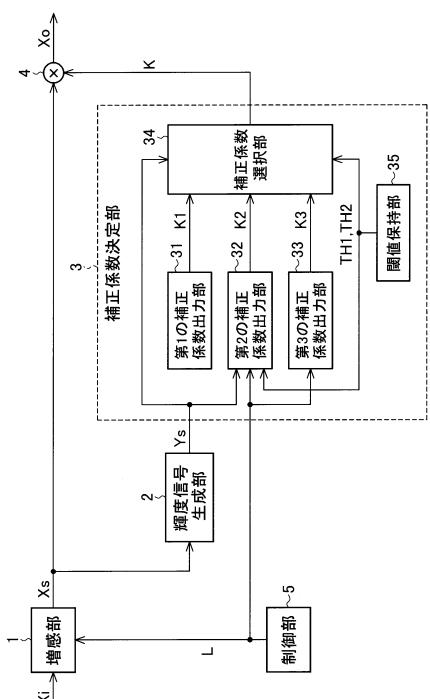
【符号の説明】

【0069】

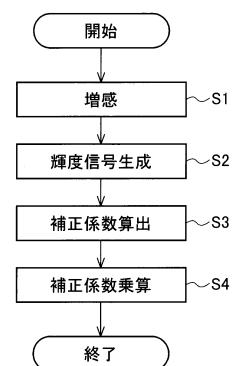
1 増感部、2 輝度信号生成部、3 補正係数決定部、4 補正係数乗算部、50

5 制御部、6 合成部、7 画像解析部、8 閾値算出部、31 第1の補正係数出力部、32 第2の補正係数出力部、33 第3の補正係数出力部、34 第1の補正係数選択部、35 閾値保持部、36、37 補正係数選択部、38 閾値保持部。

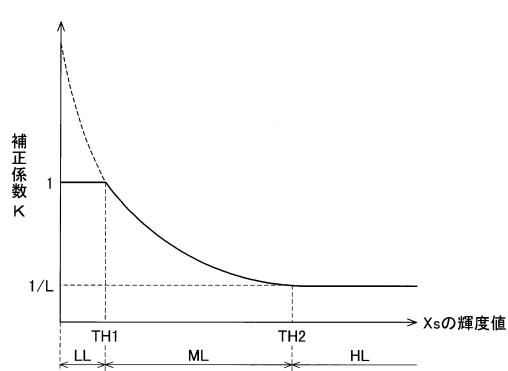
【図1】



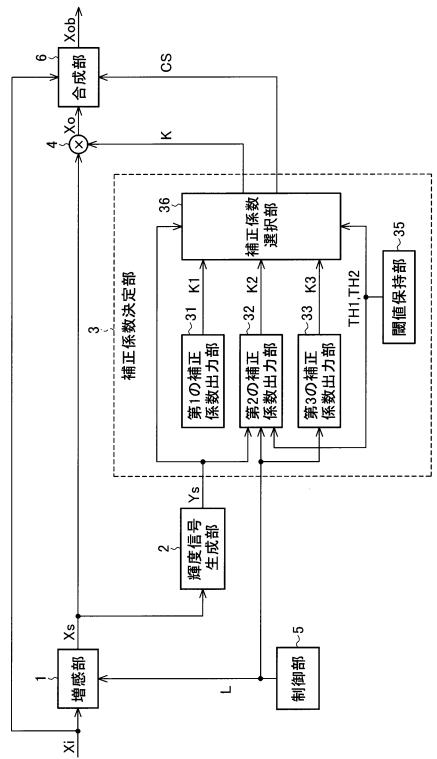
【図2】



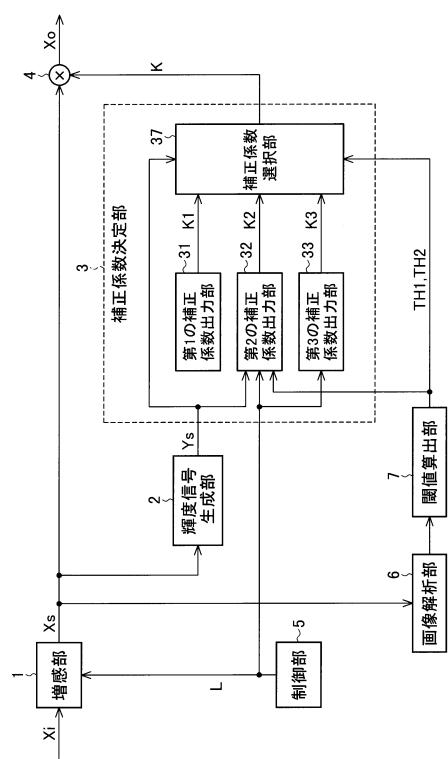
【図3】



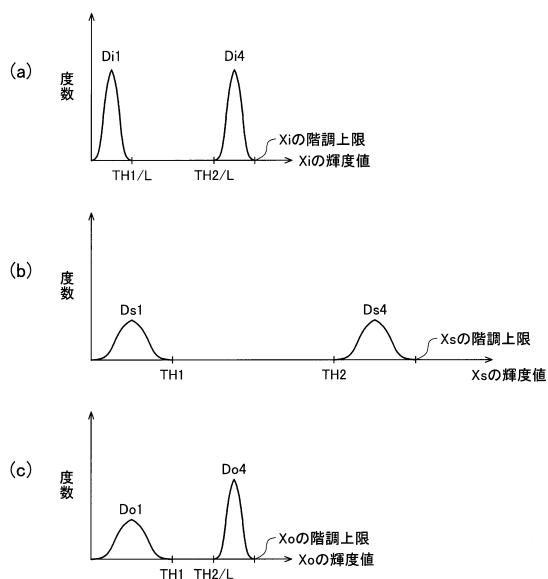
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 山下 孝一

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 村山 紗子

(56)参考文献 特開2007-124204 (JP, A)

特開2005-303519 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/222-5/257

G06T 5/00

H04N 1/40