

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5558240号
(P5558240)

(45) 発行日 平成26年7月23日(2014.7.23)

(24) 登録日 平成26年6月13日(2014.6.13)

(51) Int.Cl.

G06T 5/00 (2006.01)
H04N 1/407 (2006.01)

F 1

G06T 5/00 100
H04N 1/40 101E

請求項の数 9 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2010-163045 (P2010-163045)
 (22) 出願日 平成22年7月20日 (2010.7.20)
 (65) 公開番号 特開2012-27547 (P2012-27547A)
 (43) 公開日 平成24年2月9日 (2012.2.9)
 審査請求日 平成25年7月5日 (2013.7.5)

(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
 (74) 代理人 100083840
 弁理士 前田 実
 (74) 代理人 100116964
 弁理士 山形 洋一
 (74) 代理人 100135921
 弁理士 篠原 昌彦
 (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
 (72) 発明者 久野 徹也
 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

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

補正対象画素の周辺領域の信号レベル値を検出する周辺領域レベル検出手段と、
前記補正対象画素の信号の値が、前記周辺領域の信号レベル値より大きい場合にその差が大きいほど前記補正対象画素の値がより大きくなるように補正し、前記補正対象画素の信号の値が前記周辺領域の信号レベル値より小さい場合にその差が大きいほど前記補正対象画素の値がより小さくなるように補正する局所階調補正手段と、

前記周辺領域の信号レベル値に応じて、予め定められた関係を用いて強調度係数を決定する強調度決定手段と、

前記補正対象画素の周辺領域における画像の高周波成分量を検出する周辺領域高周波成分検出手段と、

前記高周波成分量に応じて、予め定められた関係を用いて第1の強調度修正係数を決定する第1の強調度修正手段とを具備し、

前記局所階調補正手段は、

前記強調度係数と前記第1の強調度修正係数により前記補正対象画素の信号の値と前記周辺領域の信号レベル値の差を大きくする度合いを決定する

ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記強調度決定手段は、前記周辺領域の信号レベル値が前記入力画像の信号レベル値が取りうる最大の値の略1/2から3/4の間で前記強調度係数の値が大きくなるように前

記強調度係数を決定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】

前記第 1 の強調度修正手段は、前記高周波成分量が大きい場合に前記第 1 の強調度修正係数が小さくなるように前記第 1 の強調度修正係数を決定する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】

前記周辺領域高周波成分検出手段は、

前記補正対象画素の周辺領域の各画素についての高周波成分値を、前記周辺領域にわたり積算した値を、前記高周波成分量とする

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の画像処理装置。

10

【請求項 5】

前記局所階調補正手段は、

前記強調度係数と前記第 1 の強調度修正係数の積により、前記補正対象画素の信号の値と前記周辺領域の信号レベル値の差を大きくする度合いを決定する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記補正対象画素の周辺領域の複数の画素の各々の複数の色信号から求められる彩度値を用いて前記補正対象画素の周辺領域における画像の彩度成分量を検出する周辺領域彩度検出手段と、

前記彩度成分量に応じた第 2 の強調度修正係数を決定する第 2 の強調度修正手段をさらに具備し、

20

前記局所階調補正手段は、前記強調度係数と前記第 1 の強調度修正係数と前記第 2 の強調度修正係数により前記補正対象画素の値と前記周辺領域の信号レベル値との差を大きくする度合いを変化させる

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記第 2 の強調度修正手段は、前記彩度成分量が大きい場合に前記第 2 の強調度修正係数が小さくなるように前記第 2 の強調度修正係数を決定する

ことを特徴とする請求項 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

30

前記周辺領域彩度成分検出手段は、

前記補正対象画素の周辺領域の各画素についての彩度成分値を、前記周辺領域にわたり積算した値を、前記彩度成分量とする

ことを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記局所階調補正手段は、

前記強調度係数と前記第 1 の強調度修正係数と前記第 2 の強調度修正係数の積により、前記補正対象画素の信号の値と前記周辺領域の信号レベル値の差を大きくする度合いを変化させる

ことを特徴とする請求項 6 乃至 8 のいずれかに記載の画像処理装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は入力画像のコントラストを補正する画像処理装置に関するものである。特に霧、霞、雨天などで撮影したコントラストの低い画像に対して被写体（人、動物、車両、道路標識など）の視認性を上げるために画像のコントラスト、先鋭性を改善する画像処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から天候の悪い霧や、もやの中で撮像したコントラストの低く、被写体がぼけたよ

50

うな画像が得られたとき、コントラストを補正して鮮明な画像を生成するためにいくつかの技術が知られている。まず、撮像された画像に霧がかかった画像かどうかを判別する技術を用いてコントラストを補正する技術が提案されている（例えば特許文献1）。この技術では、霧を特定するためにはあらかじめ撮影された画像で上側が空、下が地面であるなど条件を満たすことが必要であり、適用対象について制約がある。また、霧を誤検出した際にコントラスト補正がかかると画質を損なうという問題も生じる。

【0003】

次に、コントラスト補正の方法として、原色信号から輝度信号を生成し、生成した輝度信号に基づいて階調補正テーブルを算出し、各原色信号に同じ補正係数を乗算することにより色バランスの変化を抑制した階調補正装置が提案されている（例えば特許文献2）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-70979号公報（段落0051から0055）

【特許文献2】特開2004-342030号公報（段落0036から0066）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1及び特許文献2の技術では、画像の一部のみにおいて霧などによりコントラストが低下している場合には、霧のかかっている低コントラスト部の補正が不十分であったり、逆に霧のかかっていない、コントラストが高い部分に過補正が生じるという問題があった。また、低コントラストの場合に補正を行うこととしているため、輝度信号が低く、そのために低コントラストである、路面や暗い箇所は、霧がかかっていないくともコントラスト補正を行ってしまい、そのためにノイズが増幅して画質を損なうという問題があった。すなわち入力画像全体が補正の対象となるため意図しない領域にまで補正を加えてしまうという問題があった。

20

【0006】

また、コントラストが低い空などの画像に関し、霧によってコントラストが下がっているのか、もともとコントラストがない空を撮像しているのかがわからないため、補正の必要のない空にもコントラスト補正を行ってしまい、ノイズを増幅させる結果となるという問題があった。

30

【0007】

本発明は、上記従来技術の課題を解決するためになされたものであり、その目的は、霧などによりコントラストが低下した箇所のみ適切にコントラスト補正を行い高品位な画像を得ることができる画像処理装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る画像処理装置は、

補正対象画素の周辺領域の信号レベル値を検出する周辺領域レベル検出手段と、

前記補正対象画素の信号の値が、前記周辺領域の信号レベル値より大きい場合にその差が大きいほど前記補正対象画素の値がより大きくなるように補正し、前記補正対象画素の信号の値が前記周辺領域の信号レベル値より小さい場合にその差が大きいほど前記補正対象画素の値がより小さくなるように補正する局所階調補正手段と、

40

前記周辺領域の信号レベル値に応じて、予め定められた関係を用いて強調度係数を決定する強調度決定手段と、

前記補正対象画素の周辺領域における画像の高周波成分量を検出する周辺領域高周波成分検出手段と、

前記高周波成分量に応じて、予め定められた関係を用いて第1の強調度修正係数を決定する第1の強調度修正手段と、

前記補正対象画素の信号の値が、前記周辺領域レベル検出手段によって検出された前記

50

周辺領域の信号レベル値より大きい場合にその差が大きいほど前記補正対象画素の値がより大きくなるように補正し、前記補正対象画素の信号の値が前記周辺領域の信号レベル値より小さい場合にその差が大きいほど前記補正対象画素の値がより小さくなるように補正する局所階調補正手段とを具備し、

前記局所階調補正手段は、前記強調度係数と前記第1の強調度修正係数により前記補正対象画素の信号の値と前記周辺領域の信号レベル値の差を大きくする度合いを決定することを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、複雑な霧検出手段を必要とせず、霧やもやなどによりコントラストが低下した場所のみ局所的にコントラスト補正を行うことができる。 10

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施の形態1に係る画像処理装置の構成を概略的に示すブロック図である。

【図2】補正対象画素と周辺領域との位置関係を示す図である。

【図3】図1の周辺領域レベル検出手段1の構成例を示すブロック図である。

【図4】図1の周辺領域レベル検出手段1の他の構成例を示すブロック図である。

【図5】図1の局所階調補正手段4の入力信号と出力信号の関係を模式的に示す図である。 20

【図6】強調度決定手段2による、周辺領域レベル値に対する強調度係数の関係の一例を示す図である。

【図7】図1の強調度決定手段2の構成例を示すブロック図である。

【図8】本発明の実施の形態2に係る画像処理装置の構成を概略的に示すブロック図である。

【図9】図8の周辺領域高周波成分検出手段の一例を示すブロック図である。

【図10】図8の周辺領域高周波成分検出手段の他の例を示すブロック図である。

【図11】図8の周辺領域高周波成分検出手段のさらに他の例を示すブロック図である。

【図12】図9、図10、図11のハイパスフィルタのフィルタ係数の一例を示す図である。 30

【図13】周辺領域の高周波成分量に対する強調度修正係数の関係を示す図である。

【図14】本発明の実施の形態3に係る画像処理装置の構成を概略的に示すブロック図である。

【図15】図14の周辺領域彩度検出手段の一例を示すブロック図である。

【図16】周辺領域の彩度成分量に対する強調度修正係数の関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

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の構成を示す。

図示の画像処理装置は画像を構成する複数の画素の信号を受けて、画像のコントラストの補正を行うものである。各画素の信号(画素信号)は、複数の色成分の信号(色信号)から成る。複数の色信号は、例えば赤、緑、青の原色成分を表すものであり、それぞれ符号R_{in}、G_{in}、B_{in}で表され、単に入力信号とも呼ばれる。画像処理装置は、複数の画素を順に補正対象画素として、当該画素のコントラスト補正後の信号R_{out}、G_{out}、B_{out}を順に出力する。 40

【0012】

図示の画像処理装置は、周辺領域レベル検出手段1と、強調度決定手段2と、遅延手段3と、局所階調補正手段4とを備える。

【0013】

周辺領域レベル検出手段1は、入力信号R_{in}、G_{in}、B_{in}から補正対象画素の周

辺領域の信号レベル値 A_{ve} を画素ごとに検出する。例えば、補正対象画素の周辺領域の画素の信号の値(画素値) R_{in} 、 G_{in} 、 B_{in} に対応する明るさの平均値を算出して周辺領域の信号レベル値として出力する。以下では、この周辺領域の信号レベル値を単に「周辺領域レベル値」と言うことがある。

【0014】

強調度決定手段2は、周辺領域レベル検出手段1から出力される周辺領域レベル値 A_{ve} に応じた強調度係数 K_a を画素ごとに出力する。

【0015】

図1に戻り、遅延手段3は、入力信号 R_{in} 、 G_{in} 、 B_{in} を遅延させる。遅延手段3の出力も、入力信号と同じ符号「 R_{in} 、 G_{in} 、 B_{in} 」で表す。遅延手段3による遅延の目的については後述する。
10

【0016】

局所階調補正手段4は、画像を構成する複数の画素の各々を順に補正対象画素として、当該画素のコントラスト補正後の信号 R_{out} 、 G_{out} 、 B_{out} を順に出力するものであり、各画素の信号 R_{in} 、 G_{in} 、 B_{in} を順次入力とし、これとともに、当該画素について、周辺領域レベル検出手段1により算出された周辺領域レベル値 A_{ve} を入力とし、補正対象画素の画素値 R_{in} 、 G_{in} 、 B_{in} と周辺領域レベル値 A_{ve} の差の絶対値が強調度係数 K_a に応じてより大きくなるように、画素ごとに補正を行うものである。

【0017】

図示の局所階調補正手段4は、減算器41r、41g、41bと、乗算器42r、42g、42bと、加算器43r、43g、43bを備える。
20

減算器41r、41g、41bは、補正対象画素の画素値(各色成分値) R_{in} 、 G_{in} 、 B_{in} と、周辺領域レベル検出手段1から出力された周辺領域レベル値 A_{ve} との差分 R 、 G 、 B を算出する。

乗算器42r、42g、42bは、減算器41r、41g、41bから出力された差分値 R 、 G 、 B を強調度係数 K_a に応じて増幅して、増幅された差分 $K_a \cdot R$ 、 $K_a \cdot G$ 、 $K_a \cdot B$ を出力する。

加算器43r、43g、43bは、乗算器42r、42g、42bの出力値 $K_a \cdot R$ 、 $K_a \cdot G$ 、 $K_a \cdot B$ を、補正対象画素の画素値(色成分値) R_{in} 、 G_{in} 、 B_{in} に加算し、加算結果を補正された、補正対象画素の画素値(色成分値) R_{out} 、 G_{out} 、 B_{out} として出力する。
30

【0018】

以下、より詳細に説明する。

周辺領域レベル検出手段1は図2に示すように補正対象画素 P_0 の周辺領域 NA 内の画素の信号成分の平均値 A_{ve} を算出して、周辺領域レベル値として出力する。例えば、補正対象画素 P_0 を中心とし、水平5画素、垂直5画素の領域を周辺領域 NA とし、該周辺領域 NA に含まれる25画素の値を平均化する。例えば、各画素の輝度値 Y を算出し、算出した25画素分の輝度値の単純平均を求める。

輝度値 Y は、例えば、簡便法として、

$$Y = (R_{in} + 2G_{in} + B_{in}) / 4 \quad \dots (1)$$

により求めることとしても良い。

なお、より正確な方法として、

$$Y = 0.3R_{in} + 0.59G_{in} + 0.11B_{in} \quad \dots (2)$$

により、輝度値 Y を求めることとしても良い。

【0019】

図3に周辺領域レベル検出手段1の構成例を示す。図示の周辺領域レベル検出手段1は、輝度値算出手段11と、平均値算出手段12とを有する。輝度値算出手段11は、入力信号 R_{in} 、 G_{in} 、 B_{in} を入力とし、輝度値 Y を算出する。平均値算出手段12は、輝度値 Y の平均値を算出し、算出した平均値を周辺領域レベル値 A_{ve} として出力する。

【0020】

10

20

30

40

50

輝度値算出手段 11 は、例えば、上記の式(1)で表される輝度値 Y を算出するものであり、ビットシフト手段 111 と、加算器 112 と、ビットシフト手段 113 とを有する。

【0021】

ビットシフト手段 111 は、入力信号 G_{in} を 1 ビット左方にシフトし、右端のビット (LSB) を 0 で埋めることで、入力された信号 G_{in} の 2 倍の値を持つ信号を出力する。

加算器 112 は、入力信号 R_{in} 、 G_{in} と、ビットシフト手段 111 の出力 ($2 \times G_{in}$) を加算する。ビットシフト手段 113 は加算手段 112 の出力の下位 2 ビットを切り捨てることで $1/4$ 倍し、式(1)で表される輝度値 Y を表す信号を出力する。

【0022】

平均値算出手段 12 は、輝度値 Y を、補正対象画素の周辺領域、例えば補正対象画素を中心とする 5 画素 \times 5 画素の領域にわたって平均するものであり、直列接続された 4 つの画素遅延手段 121a ~ 121d と、直列接続された 4 つのライン遅延手段 123a ~ 123d と、加算器 122、124 と、除算器 125 とを有する。

【0023】

画素遅延手段 121a ~ 121d は、輝度値 Y を表す信号 (輝度信号 Y) を、各々 1 画素分 (1 画素期間) 遅延させ、それぞれ 1 画素遅延信号、2 画素遅延信号、3 画素遅延信号、4 画素遅延信号を出力する。

【0024】

加算器 122 は、画素遅延手段 121a ~ 121d の出力及びビットシフト手段 113 の出力を加算する。これにより、図 2 に示される水平方向 5 画素分の加算結果が得られる。

【0025】

ライン遅延手段 123a ~ 123d は、加算器 122 の出力を各々 1 ライン分 (1 ライン期間) 遅延させ、それぞれ 1 ライン遅延信号、2 ライン遅延信号、3 ライン遅延信号、4 ライン遅延信号を出力する。

加算器 124 は、ライン遅延手段 123a ~ 123d の出力及び加算器 122 の出力を加算する。これにより、図 2 に示される水平 5 画素、垂直 5 画素の領域内の 25 画素の加算結果が得られる。

【0026】

除算器 125 は、加算器 124 の出力を 25 (周辺領域内の画素の数) で割り、これにより、上記の 25 画素の平均値 Ave が得られる。

【0027】

周辺領域レベル検出手段 1 で周辺領域レベル値を求める際に使用する周辺領域の画素数は必ずしも 5 画素 \times 5 画素に限定するものではなく、補正後の画質の好みに応じて、領域の大きさを定めればよい。領域を小さく設けると周波数特性の高いコントラスト感(高周波成分について高いコントラスト感)が得られ、領域を大きく設けると周波数特性の低いコントラスト感(低周波成分について高いコントラスト感)が得られる。

【0028】

また、上記の例では、式(1)や式(2)により求められる輝度値を画像の明るさを反映した周辺領域レベル値として求めているが、本発明は、これに限定されず、画像の明るさを反映した値であれば、他の式で求められる値であっても良い。

【0029】

また、輝度値の代りに、各画素についての入力信号 R_{in} 、 G_{in} 、 B_{in} の最大値 M \times その画素の代表値として求め、周辺領域の画素の代表値の平均値を求めることしても良い。このようにすれば、コントラスト補正を行った際に、色の濃い箇所での彩度の飽和 (3 つの色の階調値の少なくとも一つが階調範囲の最大値になることを意味し、色つぶれとも称する) を避けることができる。

【0030】

10

20

30

40

50

最大値を求める場合には、周辺領域レベル検出手段1は例えば図4に示されるように構成される。即ち、図4に示される周辺領域レベル検出手段1は、図3の輝度値算出手段1の代りに、最大値選択手段13を備える。

最大値選択手段13は、入力信号Rin、Gin、Binの最大値Mxをその画素の代表値として出力する。

図4の平均値算出手段12は、最大値選択手段13から出力される最大値Mxの平均を算出して、周辺領域レベル値Av eとして出力するものであり、図3の平均値算出手段12と同様に構成される。

【0031】

遅延手段3は、周辺領域レベル検出手段1で算出した周辺領域レベル値Av eが出力されるタイミングと、補正対象画素の信号Rin、Gin、Binが遅延信号として出力されるタイミングが一致するように、入力信号Rin、Gin、Binの遅延を行う。
10

【0032】

図1に戻り、局所階調補正手段4の減算器41r、41g、41bは遅延信号Rin、Gin、Binから周辺領域レベル値Av eを差し引く。これにより、補正対象画素の信号(画素値)Rin、Gin、Binと、周辺領域レベル値Av eとの差R、G、Bが算出される。その差が大きいほどその画素の画素値(個々の画素の信号レベル値)は周りの画素の信号レベルとの差が大きいことを意味する。

【0033】

減算器41r、41g、41bによって算出された、補正対象画素の画素値Rin、Gin、Binと周辺領域レベル値Av eの差R、G、Bは乗算器42r、42g、42bによって係数Kaを乗算され、加算器43r、43g、43bによって元の信号Rin、Gin、Binに加算される。これにより、補正対象画素の画素値Rout、Gout、Boutが得られる。
20

【0034】

このように、減算器41r、41g、41b、乗算器42r、42g、42b、及び加算器43r、43g、43bで構成される局所階調補正手段4は、補正対象画素の画素値Rin、Gin、Binと、当該補正対象画素について、周辺領域レベル検出手段1により算出された周辺領域レベル値Av eを入力として、補正対象画素の画素値Rin、Gin、Binが周辺領域レベル値Av eより大きい場合にその差R、G、Bが大きいほど補正対象画素の値がより大きくなるように補正し、補正対象画素の画素値Rin、Gin、Binが周辺領域レベル値Av eより小さい場合にその差R、G、Bが大きいほど補正対象画素の値がより小さくなるように補正し、補正後の画素値Rout、Gout、Boutを出力する。
30

【0035】

上記の処理において、補正対象画素の画素値Rin、Gin、Binと周辺領域レベル値Av eの差R、G、Bを增幅して補正対象画素の画素値Rin、Gin、Binに加算しているので、信号のレベル差が増幅されたこと、即ち元の画像のコントラストが強調されたことになる。
40

【0036】

また、画面内の画素の各々を順に補正対象画素として、上記の処理を行うことで、画素ごとにその周囲の領域の信号レベルに応じてコントラストを補正することになり、画像が各部分ごとに異なる場合に、画像全体に同じの値で補正を加えるのではなく、局所的にコントラストを決めながら補正を行うことになる。

【0037】

局所階調補正手段4は、補正対象画素の値Rin、Gin、Binと周辺領域レベル値Av eの差R、G、Bの絶対値をより大きくする度合い(レベル差を増幅する度合い)、従って補正対象画素の値Rin、Gin、Binに対する補正の度合いを係数Kaにより制御することができる。
50

【0038】

図5に局所階調補正手段4の入力信号と出力信号の関係を模式的に示す。以下の説明は、入力信号Rin、Gin、Binのいずれにも当てはまるが、代表としてRinについて説明する。「Rout=Rin」の直線は入力信号Rinがそのままの値で出力信号Routとして出力されるときの入出力特性を示している。

【0039】

入力信号RinがAv_eよりも大きいとき、例えばRin=Rin₁ (Rin₁>Av_e)の場合には、減算器41rにて算出された正の値R=(Rin₁-Av_e)は乗算器42rによってKa倍され、乗算結果Ka×(Rin₁-Av_e)が元の信号に加算されることでRin₁よりも大きな値のRout₁の信号が出力される。

10

入力信号RinがAv_eよりも小さいとき、例えばRin=Rin₂ (Rin₂<Av_e)の場合には、減算器41rにて算出された負の値R=(Rin₂-Av_e)が乗算器42rによってKa倍され、乗算結果Ka×(Rin₂-Av_e)が元の信号に加算されることで、逆にRin₂よりも小さい値のRout₂が出力される。

上記の処理により、周辺画素とのコントラスト(信号差)が大きくなり、コントラストが強調される。

【0040】

なお、局所階調補正手段4は、必ずしも減算器41r、41g、41b、乗算器42r、42g、42b、及び加算器43r、43g、43bにより構成される必要はなく、補正対象画素の値が周辺領域レベル値より大きい場合にその差が大きいほど補正対象画素の値がより大きくなるように補正し、補正対象画素の値が周辺領域レベル値より小さい場合にその差が大きいほど補正対象画素の値がより小さくなるように補正するように構成されており、補正対象画素の値と周辺領域レベル値の差を大きくする度合いが強調度係数により制御できる構成であればよい。

20

【0041】

以上のように、強調度決定手段2から乗算器42r、42g、42bへ供給される係数Kaは、コントラストを強調する度合い(補正度)を決めるものである。強調度決定手段2は周辺領域レベル検出手段1から出力される周辺領域レベル値Av_eに応じた値を係数Kaとして出力する。周辺領域レベル値Av_eと係数Kaとの関係の一例を図6に示す。

【0042】

30

一般に雨、霧、もやなどの天候などによって画像のコントラストが低くなるとき、画像が白っぽくなり、また、白っぽくなつた箇所は日光などの散乱によりその箇所の画像が明るめになる。よって、元来撮像したい被写体が霧などによってコントラストが低下する箇所の明るさは輝度信号の最大値(8ビットの画像であれば最大階調値255)の1/2から3/4程度の箇所に集中している。一方、1/4以下の箇所は路面や、画像の暗部であり、主な撮像対象である被写体の情報は少なく、また、信号を增幅するとノイズが目立ちやすい箇所である。さらに、3/4以上の明るい箇所は空や一般被写体の白い部分であり、同じく霧などによって被写体情報が欠落することが少ない箇所である。また、空の部分は階調の変化がなだらかであり、コントラスト補正によって信号を増幅すると偽輪郭などが生じやすいという問題もある。

40

【0043】

これらのこと総合的に考慮し、本発明では、図6に示すように、強調度係数KaをAv_e=0のときは0とし、Av_eが0から第1の所定値Av_e1までの間は第1の傾きa1で増加させ、Av_eが第1の所定値Av_e1から第2の所定値Av_e2までの間では第2の傾きa2(a2>a1)で増加させ、Av_eが第2の所定値Av_e2以上の間では第3の傾きa3で減少させる特性とした。この特性は下記のように表される。

【0044】

【数1】

$$Ka(Ave) = \begin{cases} a1 \times Ave & \text{if}(0 \leq Ave < Ave1) \\ a2 \times (Ave - Ave1) + a1 \times Ave1 & \text{if}(Ave1 \leq Ave < Ave2) \\ a3 \times (Ave - Ave2) + a2 \times (Ave2 - Ave1) + a1 \times Ave1 & \text{if}(Ave2 \leq Ave) \\ \dots & (3) \end{cases}$$

但し、a1、a2は正の値、a3は負の値である。

10

【0045】

ここで、第2の所定値Ave2は輝度信号の最大値の2/3程度とし、周辺領域レベル値Aveが第2の所定値Ave2のときに強調度係数Kaが最大となるように設定している。これにより、画像中の明るさの低い箇所（暗い箇所）、即ち第1の所定値Ave1以下では、コントラストの補正はあまり行われず、2/3程度、即ち第2の所定値Ave2の近傍が最もコントラストの補正度が大きく、それより上の範囲、即ち第2の所定値Ave2から第3の所定値（最大階調値）Ave3までの範囲では、補正度は小さくなる。

【0046】

図7に強調度決定手段2の構成の一例を示す。図示の強調度決定手段2は、選択器21a～21cと、減算器22b、22cと、乗算器23a～23cと、加算器24とを有する。

20

【0047】

選択器21a～21cでは、入力される周辺領域レベル値Aveと所定値Ave1、Ave2との大小関係を比較して、Ave、Ave1、Ave2のいずれかの値を出力する。

選択器21aは、Ave < Ave1のときAveを、Ave > Ave1のときAve1を出力する。

選択器21bは、Ave < Ave1のときAve1を、Ave1 < Ave < Ave2のときAveを、Ave > Ave2のときAve2を出力する。

選択器21cは、Ave < Ave2のときAve2を、Ave > Ave2のときAveを出力する。

30

【0048】

減算器22bおよび22cは、それぞれ選択器21bおよび選択器21cの出力からAve1およびAve2を減算する。

乗算器23a～23cは、それぞれの入力信号の値に所定値a1、a2、a3を乗算する。

加算器24は、乗算器23a～23cの出力を加算する。

加算器24の出力は、強調度係数Kaとして強調度決定手段2の出力となる。

このようにして図6および式(3)にて示した入出力特性を実現することができる。

【0049】

40

以上の構成により、画像に対して局所的にコントラスト補正を行うと共に、霧のかかった箇所に対してはその補正度は強くなり、コントラスト補正が弊害となりやすい暗部や、空などの明るい部分は補正度が低いため、画像のそれぞれの部分に対して最適なコントラスト補正を行うことができる。

【0050】

なお、図3に示した強調度係数Kaの特性は一例であり、折れ点の数も3に限らず、例えば折れ点の数は4であっても良い。さらに、図7に示す選択器、減算器、乗算器、及び加算器の組合せを用い、ルックアップテーブルにより、折れ線や曲線（滑らかに変化する曲線）で表される特性を用いることとしても良い。さらに、対象とする画像の種類によって、特性を切り換えるようにしても良い。

50

【0051】

上記のように局所的にかつ画像の明るさに応じてコントラスト補正を行うように構成しているため、霧などがかかった低コントラストの画像を補正して、コントラストの高い良好な画像を得ることができる。

【0052】

実施の形態2。

図8は本発明の実施の形態2に係る画像処理装置を示す。図8に示される画像処理装置は、図1に示される実施の形態1の画像処理装置に対して、周辺領域高周波成分検出手段7と、強調度修正手段8とが付加されており、実施の形態1の乗算器42r、42g、42bの代りに、乗算器44r、44g、44bを備えている点で異なる。

10

【0053】

周辺領域高周波成分検出手段7は、補正対象画素の周辺領域内の高周波成分量Ahpfを検出するものであり、例えば、図9に示すように、輝度値算出手段71と、ハイパスフィルタ72と、積算器73とを有する。

輝度値算出手段71は、各画素の画素値(入力信号)Rin、Gin、Binに基づいて、当該画素の輝度値Ybを算出する。輝度値算出手段71は、例えば図3の輝度値算出手段11と同様に構成することができる。

【0054】

ハイパスフィルタ72は、輝度値Ybの高周波成分値Ybhを抽出する。

積算器73は、ハイパスフィルタ72から出力される高周波成分値Ybhを、補正対象画素の周辺領域にわたり積算し、積算値を高周波成分量Ahpfとして出力する。

20

【0055】

周辺領域レベル検出手段1が図3に示す輝度値算出手段11を備え、周辺領域高周波成分検出手段7が輝度値算出手段71を備える場合には、周辺領域レベル検出手段1と周辺領域高周波成分検出手段7とで、輝度値算出手段を兼用しても良い。例えば、輝度値算出手段71を省略し、輝度値算出手段11の出力をハイパスフィルタ72に入力することとしても良い。

【0056】

図9の輝度値算出手段71の代りに、図10に示すように、最大値選択手段74を用いても良い。その場合、最大値選択手段74は、図4の最大値選択手段13と同様に、入力信号Rin、Gin、Binの最大値Mxbをその画素の代表値として、出力する。

30

ハイパスフィルタ75は、ハイパスフィルタ72と同様のものであり、最大値Mxbの高周波成分値Mxbhを抽出する。

積算器76は、ハイパスフィルタ75から出力される高周波成分値Mxbhを補正対象画素の周辺領域にわたり積算し、積算値を高周波成分量Ahpfとして出力する。

【0057】

周辺領域レベル検出手段1が図4に示す最大値選択手段13を備え、周辺領域高周波成分検出手段7が最大値選択手段74を備える場合には、周辺領域レベル検出手段1と周辺領域高周波成分検出手段7とで、最大値選択手段を兼用しても良い。例えば、最大値選択手段74を省略し、最大値選択手段13の出力をハイパスフィルタ75に入力することとしても良い。

40

【0058】

図11は、周辺領域高周波成分検出手段7の他の構成例を示す。図示の周辺領域高周波成分検出手段7は、ハイパスフィルタ77r、77g、77bと、合成器78と、積算器79とを備える。

ハイパスフィルタ77r、77g、77bは、それぞれ、補正対象画素の周辺領域内の画素の画素値Rin、Gin、Binの各色の高周波成分値Rh、Gh、Bhを抽出する。

合成器78は、ハイパスフィルタ77r、77g、77bから出力された各色の高周波成分値Rh、Gh、Bhを合成し、合成結果を高周波成分値Shとして出力する。この合

50

成は例えは重み付け加算により行われる。高周波成分値 R_h , G_h , B_h に対する重み付け係数は例えはそれぞれ $1/4$ 、 $1/2$ 、 $1/4$ とされる。

積算器 7 9 は、合成器 7 8 から出力される高周波成分値 S_h を、補正対象画素の周辺の領域にわたり積算し、積算結果を、高周波成分量 A_{hpf} として出力する。

【 0 0 5 9 】

周辺領域高周波成分検出手段 7 から出力される高周波成分量 A_{hpf} は、補正対象画素の周辺領域に高周波成分が多く含まれていると大きい値となり、補正対象画素の周辺領域が平坦な画像で構成されていると小さい値となる。

【 0 0 6 0 】

ハイパスフィルタ 7 2 、 7 5 、 7 7 r 、 7 7 g 、 7 7 b の各々による高周波成分の検出は、例えは図 2 に示すように補正対象画素の周辺領域内の各画素を中心とする所定の領域、例えは 5 画素 × 5 画素の領域内の画素の信号に対し、例えは図 1 2 に示すようなフィルタ係数にて重み付け加算を行い、その出力の絶対値をとることにより行うことができる。

なお、ハイパスフィルタ 7 2 、 7 5 r 、 7 5 g 、 7 5 b のフィルタ係数は図 1 2 に示したものに限られず、フィルタ係数やタップ数の異なるフィルタを用いても良い。また、上記所定の領域の広さは、補正対象画素の周辺領域の広さと同じでなくても良い。

【 0 0 6 1 】

強調度修正手段 8 は、周辺領域高周波成分検出手段 7 から出力された高周波成分量 A_{hpf} の値に応じた強調度修正係数 K_b を出力する。高周波成分量 A_{hpf} の値と、強調度修正係数 K_b との値の関係の一例を図 1 3 に示す。

強調度修正係数 K_b は、高周波成分量 A_{hpf} がある所定値 A_{hpft} までは 1 、それよりも大きい範囲では、1 より小さくなるように定められる。さらに図示の例では、高周波成分量 A_{hpf} が所定値 A_{hpft} よりも大きい範囲では、高周波成分量 A_{hpf} の増加に伴い係数 K_b が次第に小さくなるように定められている。強調度修正係数 K_b は乗算器 4 4 r 、 4 4 g 、 4 4 b へ出力され、コントラストの補正度を調整する。

【 0 0 6 2 】

乗算器 4 4 r 、 4 4 g 、 4 4 b は、入力信号 R_{in} 、 G_{in} 、 B_{in} と周辺領域レベル値 A_{ve} との差 R 、 G 、 B に係数 K_a と係数 K_b の積を乗算する。これは、係数 K_a で決定されるコントラストの強調度を係数 K_b で修正していると見ることができる。但し、強調度修正係数 K_b は、1 のときに修正度がゼロであり、1 から離れるに従い修正の度合いが大きくなる。

【 0 0 6 3 】

このように、高周波成分が多い箇所では強調度修正係数 K_b を小さくすることで、コントラストの補正度を小さくしている。これは画像中、霧がかかっていても高周波成分が多い領域は霧の影響が少なく、被写体のコントラストが低下しておらず、コントラストの補正を行う必要がないためである。また、高周波成分の多い箇所でコントラスト補正を行うことで過補正となり画質の品位を劣化させないためである。上記のように構成することで、霧などによって生じた低コントラストの箇所だけ適正な補正を行うことができる。

【 0 0 6 4 】

実施の形態 3 。

図 1 4 は本発明の実施の形態 3 に係る画像処理装置を示す。図 1 4 に示される画像処理装置は、図 8 に示される実施の形態 2 の画像処理装置に対して、周辺領域高周波成分検出手段 7 及び強調度修正手段 8 の代りに、周辺領域彩度検出手段 9 及び強調度修正手段 1 0 が設けられている点で異なる。

【 0 0 6 5 】

周辺領域彩度検出手段 9 は、補正対象画素の周辺領域内の彩度成分量 A_{rm} を検出するものであり、例えは図 1 5 に示すように、演算器 9 1 と、積算器 9 2 とを有する。

演算器 9 1 は、各画素の画素値(入力信号) R_{in} 、 G_{in} 、 B_{in} に基づいて、当該画素の、色の濃さをあらわす彩度成分 S_{rm} を算出する。

【 0 0 6 6 】

10

20

30

40

50

演算器 9 1 は、例えば下記の式(4)で表される演算により、入力信号 R in、G in、B in から彩度成分値 S rm を求める。

【0067】

【数2】

$$S_{rm} = \sqrt{(Gin - Bin)^2 + (Gin - Rin)^2} \quad \cdots (4)$$

【0068】

10

上記のようにして彩度成分値 S rm を求める代りに、下記に式(5a)、(5b)、(5c)で表される演算により、彩度成分値 S rm を求めることとしても良い。

【数3】

$$Cr = 0.5Rin - 0.4187Gin - 0.0813Bin \quad \cdots (5a)$$

$$Cb = -0.1687Rin - 0.3313Gin + 0.5Bin \quad \cdots (5b)$$

$$S_{rm} = \sqrt{Cr^2 + Cb^2} \quad \cdots (5c)$$

上記に式において、Cr、Cb は色差信号とも呼ばれるものである。

【0069】

20

積算器 9 2 は、上記の彩度成分値 S rm を、補正対象画素の周辺領域(図2)にわたり積算することで、積算結果を、彩度成分量 A rm として出力する。

出力される彩度成分量 A rm は、補正対象画素の周辺領域に色の濃い(彩度が高い)画素が多く含まれていると大きい値となり、該周辺領域が色の薄い(彩度が低い)画像で構成されていると低い値となる。

【0070】

強調度修正手段 1 0 は、周辺領域彩度検出手段 9 から出力された彩度成分量 A rm の値に応じた強調度修正係数 K c を出力する。彩度成分量 A rm の値と、強調度修正係数 K c との値の関係の一例を図16に示す。

強調度修正係数 K c は、彩度成分量 A rm がある所定値 A rm t までは 1、それよりも大きい範囲では、1より小さくなるように定められる。さらに図示の例では、彩度成分量 A rm が所定値 A rm t よりも大きい範囲では、彩度成分量 A rm の増加に伴い係数 K c が次第に小さくなるように定められている。強調度修正係数 K c は乗算器 44r、44g、44b へ出力され、コントラストの補正度を調整する。

【0071】

乗算器 44r、44g、44b は、入力信号 R in、G in、B in と周辺領域レベル値 A ve との差 R、G、B に係数 K a と係数 K c の積を乗算する。これは、係数 K a で決定しているコントラストの強調度を係数 K c で修正していると見ることができる。但し、強調度修正係数 K c は、1のときに修正度がゼロであり、1から離れるに従い修正の度合いが大きくなる。

【0072】

このように、彩度成分が多い箇所では強調度修正係数 K c を小さくすることで、コントラストの補正度を小さくしている。これは画像中、霧がかかっていても彩度が高い領域は霧の影響が少なく、被写体のコントラストが低下しておらず、コントラストの補正を行う必要がないためである。また、彩度成分の多い箇所でコントラスト補正を行うことで過補正となり画質の品位を劣化させないためである。上記のように構成することで、霧などによって生じた低コントラストの箇所だけ適正な補正を行うことができる。

【符号の説明】

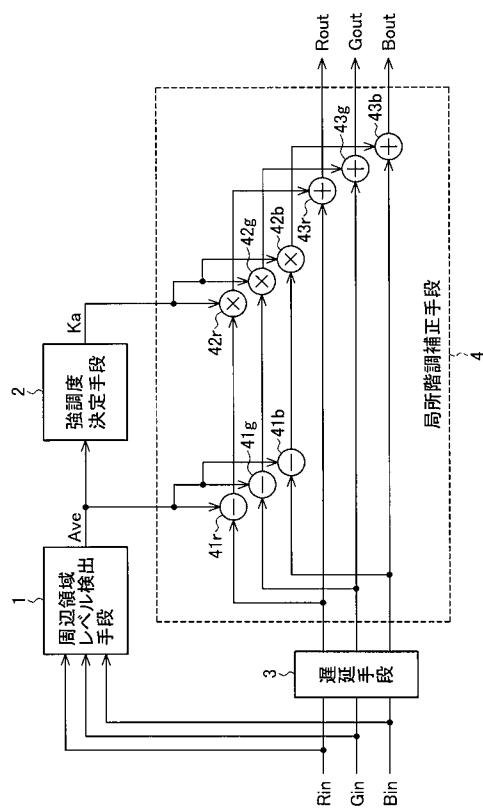
【0073】

1 周辺領域レベル検出手段、2 強調度決定手段、3 遅延手段、4 局所階

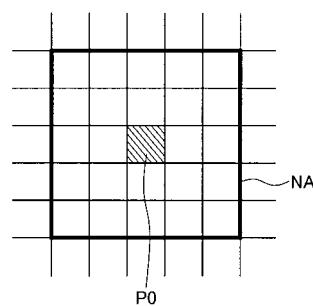
50

調補正手段、41r、41g、41b 減算器、42r、42g、42b 乗算器、
 43r、43g、43b 加算器、7 周辺領域高周波成分検出手段、8 強調度
 修正手段、9 彩度成分検出手段、10 強調度修正手段。

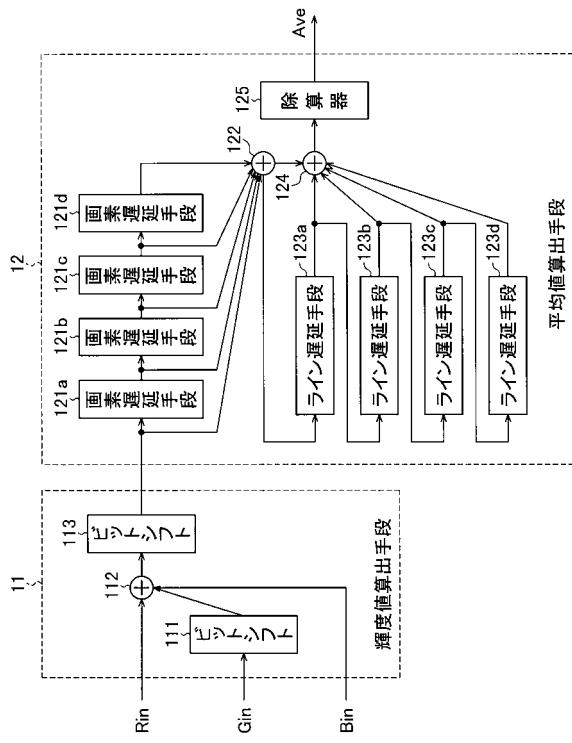
【図1】



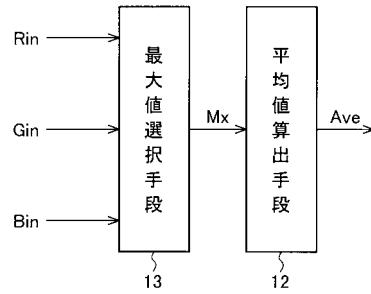
【図2】



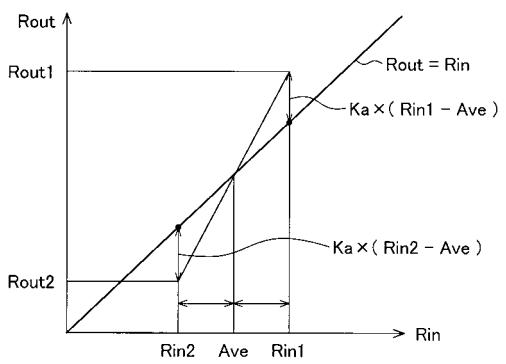
【図3】



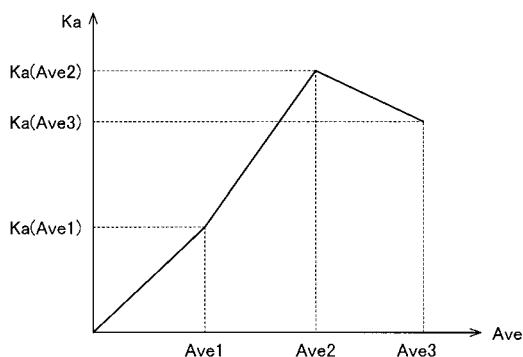
【図4】



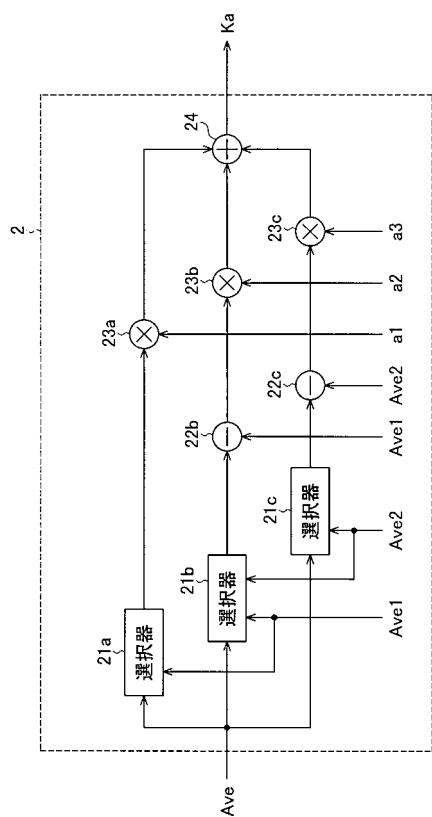
【図5】



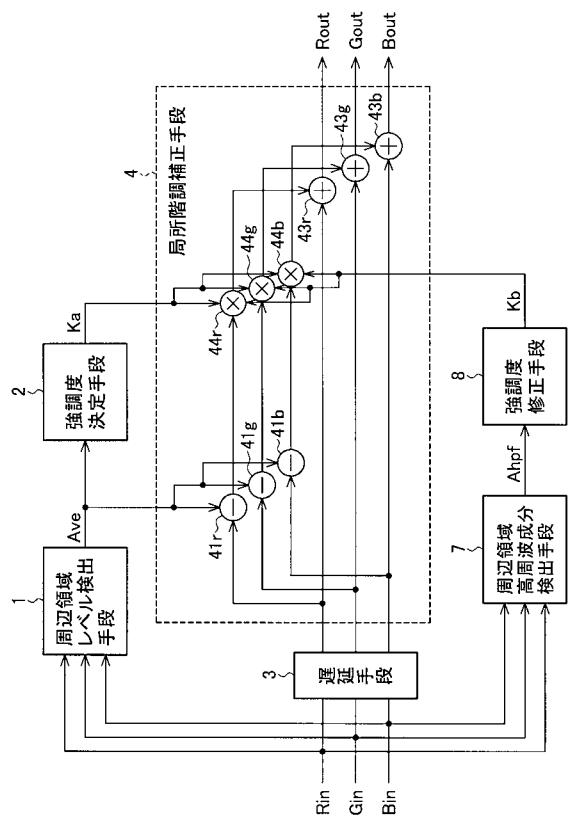
【図6】



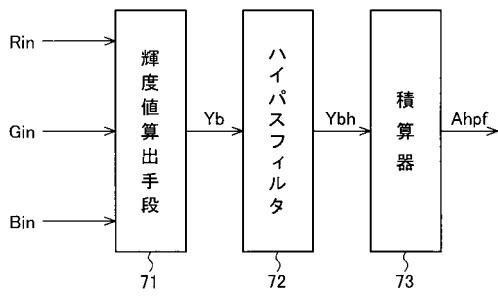
【図7】



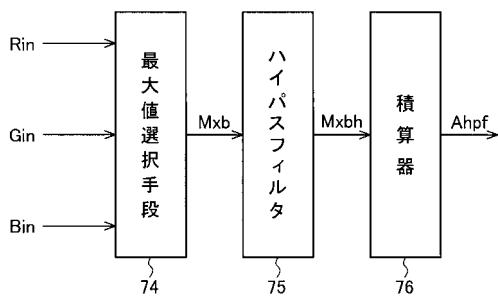
【図 8】



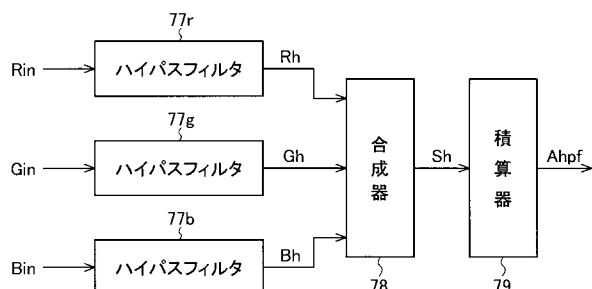
【図 9】



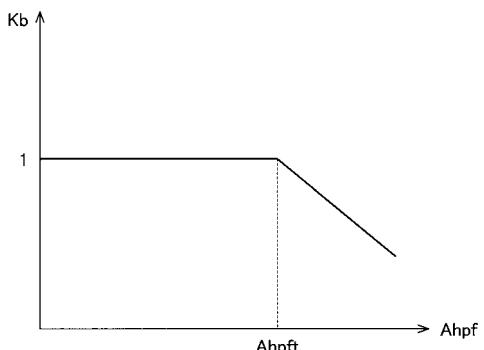
【図 10】



【図 11】



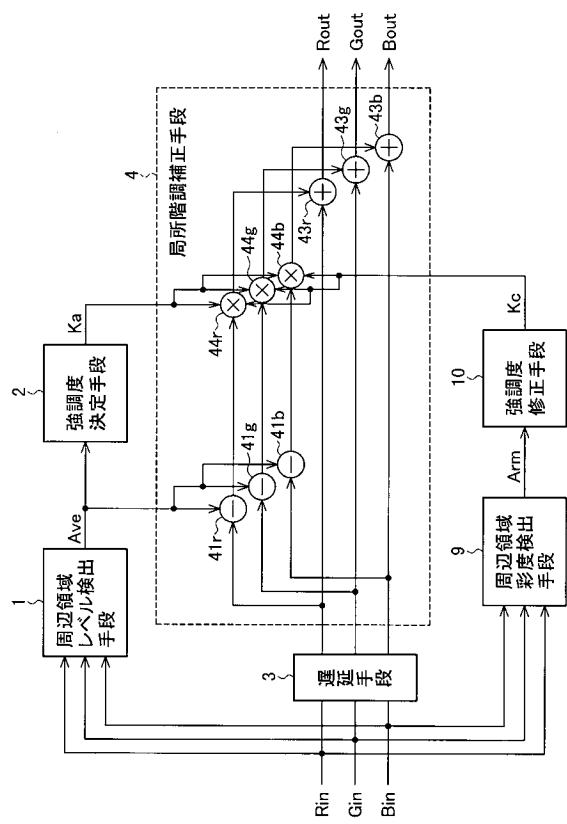
【図 13】



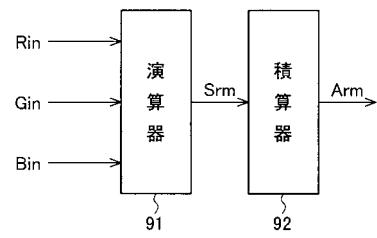
【図 12】

-1/256	-4/256	-6/256	-4/256	-1/256
-4/256	-16/256	-24/256	-16/256	-4/256
-6/256	-24/256	220/256	-24/256	-6/256
-4/256	-16/256	-24/256	-16/256	-4/256
-1/256	-4/256	-6/256	-4/256	-1/256

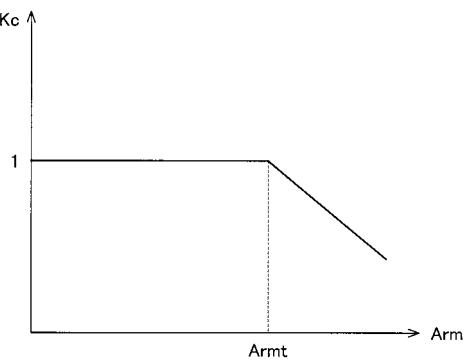
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

審査官 片岡 利延

(56)参考文献 特開平09-091423(JP, A)

特開2004-258751(JP, A)

特開2007-274532(JP, A)

特開平06-068252(JP, A)

特開2005-309570(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T 5/00

H04N 1/407