

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)特許公報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3350706号

(P 3 3 5 0 7 0 6)

(45)発行日 平成14年11月25日(2002.11.25)

(24)登録日 平成14年9月20日(2002.9.20)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	
H04N 5/33		H04N 5/33	
G01J 1/44		G01J 1/44	E
G06T 1/00	460	G06T 1/00	460 E
H04N 1/028		H04N 1/028	
5/335		5/335	P

請求項の数 3 (全 7 頁)

(21)出願番号	特願平11 - 157138	(73)特許権者	390014306 防衛庁技術研究本部長 東京都新宿区市谷本村町 5 番 1 号
(22)出願日	平成11年 6 月 3 日(1999.6.3)	(72)発明者	岡村 壽洋 東京都渋谷区富ヶ谷 2 - 43 - 15
(65)公開番号	特開2000 - 350096(P 2000 - 350096 A)	(74)代理人	100079290 弁理士 村井 隆
(43)公開日	平成12年12月15日(2000.12.15)		
審査請求日	平成11年 6 月 3 日(1999.6.3)	審査官	井上 信一
		(56)参考文献	特開 平 4 - 170853 (J P , A) 特開 平 1 - 126081 (J P , A) 特開 昭58 - 130679 (J P , A) 特開 昭60 - 51377 (J P , A) 特開 平 8 - 5570 (J P , A) 特開 平10 - 11564 (J P , A)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】感度補正方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 リニアアレイセンサを用いた赤外線撮像装置により撮像したデジタル画像データの感度補正方法であって、
前記リニアアレイセンサの複数のセンサ素子中で、どの素子が感度補正の必要があるかを判定するための判定ステップと、
感度補正が必要な素子の素子感度を補正するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出ステップと、
前記補正パラメータ算出ステップで算出された前記補正パラメータを用いて感度補正が必要な各素子についての画素出力を補正して画像データを出力する補正画像データ出力ステップとを備え、
前記判定ステップでは前記リニアアレイセンサを走査して得た各素子の画素出力の平均及び標準偏差を算出し、

2

隣接素子間の前記平均値及び標準偏差の差にもとずいて判定することを特徴とする感度補正方法。

【請求項 2】 前記平均値及び標準偏差の差をそれぞれ小さい順に各素子を並べたときに、それぞれ小さい方から一定個数の素子のうち、いずれにも含まれる素子は補正の必要無しと判定し、それ以外の素子は補正の必要ありと判定する請求項 1 記載の感度補正方法。

【請求項 3】 前記補正画像データ出力ステップでは、補正パラメータとしてゲインを補正する第 1 の補正パラメータ a とオフセットを補正する第 2 の補正パラメータ b とを用い、補正前の画素出力を Y としたとき、補正後の画素出力 Y ' を

$$Y' = a Y + b$$

で算出する請求項 1 又は 2 記載の感度補正方法。

【発明の詳細な説明】

10

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】本発明は、航空機、船舶、地上車両等に搭載された赤外線撮像装置の感度補正をリアルタイムで行うことにより、常時、鮮明な赤外線画像を得ることが可能な感度補正方法に関する。また、リニアアレイセンサを用いたリモートセンシングにも適用可能である。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】赤外線撮像装置は、赤外線センサとして高感度なものを用いるものほど遠距離での目標の探知・識別が可能になる。現在最も高感度な赤外線センサは、液体窒素温度で動作する M C T (水銀カドミウムテルル) 素子であるが、この素子は多素子化が難しく、リニアアレイセンサ(一次元配列センサ)として用いることが多い。この素子の特徴は、感度は高いが、素子感度のばらつきが大きく、素子間の感度補正の必要がある。

【 0 0 0 3 】従来の技術では、温度が様な高温及び低温の熱源を各素子が見ることにより、各素子出力の大きさを比較し、感度補正を行っている。しかしながら、補正後、時間経過とともに素子の感度が変化し、縞模様を特徴とするノイズが画面に現れてくる。また熱源と温度の異なる目標に対しても補正がうまくいかないことが多い。最近小型熱源を用いてリアルタイムで補正できる技術も出現し始めたが、光学系が大きくなり、小型化には不向きである。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記の点に鑑み、従来の方法では成し得なかった、きめ細かな素子感度補正を、光学系の形状を変えることなく、ソフトウェア上で行うことが可能で、リアルタイム処理が可能な感度補正方法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 5 】本発明のその他の目的や新規な特徴は後述の実施の形態において明らかにする。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、リニアアレイセンサを用いた赤外線撮像装置により撮像したデジタル画像データの感度補正方法であって、前記リニアアレイセンサの複数のセンサ素子中で、どの素子が感度補正の必要があるかを判定するための判定ステップと、感度補正が必要な素子の素子感度を補正するための補正パラメータを算出する補正パラメータ算出ステップと、前記補正パラメータ算出ステップで算出された前記補正パラメータを用いて感度補正が必要な各素子についての画素出力を補正して画像データを出力する補正画像データ出力ステップとを備え、前記判定ステップでは前記リニアアレイセンサを走査して得た各素子の画素出力の平均及び標準偏差を算出し、隣接素子間の前記平均値及び標準偏差の差にもとづいて判定することを特徴としている。

【 0 0 0 7 】これにより、リニアアレイセンサを用いた

赤外線撮像装置により撮像したデジタル画像データから、感度補正を必要とするセンサ素子を判別し、その素子の感度を補正し、縞模様を特徴とするノイズの無い鮮明な画像を表示できる。

【 0 0 0 8 】

【 0 0 0 9 】前記平均値及び標準偏差の差をそれぞれ小さい順に各素子を並べたときに、それぞれ小さい方から一定個数の素子のうち、いずれにも含まれる素子は補正の必要無しと判定し、それ以外の素子は補正の必要ありと判定するとよい。これにより、補正の必要なセンサ素子を適切に抽出できる。

【 0 0 1 0 】前記補正画像データ出力ステップでは、補正パラメータとしてゲインを補正する第 1 の補正パラメータ a とオフセットを補正する第 2 の補正パラメータ b とを用い、補正前の画素出力を Y としたとき、補正後の画素出力 Y ' を

$$Y' = a Y + b$$

で算出するとよい。この場合、計算量が少なく、再計算が容易である。

【 0 0 1 1 】本発明に係る感度補正方法は、複数個の素子を一次元配列してなるリニアアレイセンサを用いた赤外線撮像装置により撮像したデジタル画像データから、感度補正を必要とする素子を判別し、その素子の感度を補正し、縞模様を特徴とするノイズの無い鮮明な画像をリアルタイムで表示することができる。

【 0 0 1 2 】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る感度補正方法の実施の形態を図面に従って説明する。

【 0 0 1 3 】図 1 は本発明の実施の形態における処理の流れを示す説明図であり、図 2 は感度補正前と補正後の画像の説明図である。

【 0 0 1 4 】本方法は、風景等を撮像した場合、上下の隣り合うラインの出力値(つまり隣接センサ素子同士の画素出力値)が互いに強い相関を持つことを利用したものである。

【 0 0 1 5 】図 1 の本発明の実施の形態での処理の流れを示す図から明らかなように、感度補正方法はリニアアレイセンサを用いた赤外線撮像装置から出力された縞模様を特徴とするノイズの乗った赤外線画像データに対して、複数個のセンサ素子を一列配置したリニアアレイセンサの中で、どの素子が感度補正の必要があるかを判定するための判定ステップ # 1 (それぞれの素子に対して感度補正の必要性の有無を決定する)と、感度補正が必要な素子の素子感度を補正するための補正パラメータ a , b を算出する補正パラメータ算出ステップ # 2 (感度補正が必要な場合は、各素子毎に a , b を計算する)と、前記補正パラメータ算出ステップで算出された前記補正パラメータ a , b を用いて感度補正が必要な各素子についての画素出力を補正して画像データを出力する補正画像データ出力ステップ # 3 (画像データの任意の位

置の補正前の画素出力を Y とすれば、補正後の値 Y' は、 $Y' = aY + b$ と計算される) とを備えている。Y' は容易に計算可能なため、補正後の画像がリアルタイムで出力される。従って、補正パラメータ a, b の値を一定時間間隔で更新していくことにより、常に感度補正された画像の出力が可能である。

【0016】以下、それぞれのステップ # 1, # 2, # 3 について説明する。

【0017】(I) 感度補正の必要な素子の判定 (判定ステップ # 1)

n 個 (n: 3 以上整数で、通常数十乃至数百の値をとる) のセンサ素子のうち感度補正の必要がある素子の判定は以下のように行う。図 3 (A) の n 個のセンサ素子配列において、 Y_i, Y_{i+1} はそれぞれ i 番目、i + 1 番目の素子を示す。また、図 3 (B) は画素の座標 (n 個の素子からなるリニアアレイセンサを走査して得られた 1 フレーム当たりの $n \times p$ 個の画素出力) で、 $Y_{i,j}$ は Y_i が走査した j 番目の画素出力を示す。画素出力は 1 素子あたり p 個とする。ここで A_i を、 Y_i と Y_{i+1} 間の補正を行うかどうかの判定パラメータとする。つまり補正の必要が無い場合 $A_i = 0$ 、補正の必要

$$M_i = |m_{i+1} - m_i|$$

$$S_i = \text{Max} \left(\frac{\sigma_{i+1}}{\sigma_i}, \frac{\sigma_i}{\sigma_{i+1}} \right) - 1 \quad \dots(4)$$

を計算し、i に関してそれぞれ M_i, S_i の大きさを比べ、それぞれが小さい順に i を並べる。それぞれ小さい順から定められた個数を選び出し、 M_i, S_i に関して両者とも選び出された場合に $A_i = 0$ (補正の必要無し) とし、1 つでも選び出されなかった場合に $A_i = 1$ (補正の必要有り) とする。

【0019】(II) 素子感度の補正 (補正パラメータ算出ステップ # 2)

i 番目と i + 1 番目の素子の間で $A_i = 1$ となり、2 つの素子間で補正の必要有り判定された場合、次の手順で補正を行う。まず i に最も近い $A_k = 0$ となる k を見

$$a = \frac{\sigma_i}{\sigma_{i+1}}$$

$$b = m_i - a m_{i+1}$$

$$\Delta_j = |Y_{i,j} - (a Y_{i+1,j} + b)| \quad (j = 0 \sim p-1) \quad \dots(7)$$

なお、a, b の物理的な意味を図 4 に示す。この図 4 のセンサ素子 Y_i 、素子 Y_{i+1} による信号において、素子出力 0 レベルと絶対零度の信号レベルとの差 b_i, b_{i+1} が素子のオフセットを意味し、常温部分の信号と高温部分の信号のレベル差 a_i, a_{i+1} が素子のゲイ

有る場合 $A_i = 1$ とする。次に Y_i の出力の平均 m_i 及び標準偏差 σ_i を次式で求める。

【0018】

【数 1】

$$m_i = \frac{\sum_{j=0}^{p-1} Y_{i,j}}{p} \quad \dots(1)$$

10

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=0}^{p-1} (Y_{i,j} - m_i)^2}{p-1}} \quad \dots(2)$$

(1) 式及び (2) 式を用いて n 個の素子全てについて計算し、 A_i ($i = 0 \sim n-2$) の決定を次のように行う。

20 i = 0 ~ n - 2 に関して

【数 2】

... (3)

30

つける。仮に $k < i$ とすれば、この k 番目の素子を基準として k + 1 番目、k + 2 番目、...、i 番目、i + 1 番目と順番に補正を行っていく。なお、 $i < k$ の場合には、k - 1 番目、k - 2 番目、...、i + 1 番目、i 番目という順番で補正していく。Y_i まで補正ができたとして、Y_i を用いて Y_{i+1} を補正するのは次のように行う。補正パラメータ a, b 及び補正残差 Δ_j を次の式で計算する。

【0020】

【数 3】

... (5)

... (6)

50

ンを意味する。Y_i の信号を用いて Y_{i+1} の信号を補正するために $a = a_i / a_{i+1}$, $b = b_i - b_{i+1}$ を意味する補正パラメータ a, b を求める。つまり、隣り合う 2 つのラインの出力値に関して、a はゲインの比、b はオフセットの差を意味する。次に Δ_j の大きさ

を比べて、 j が小さい順に j を並べ、小さい順から定められた個数を選び出す。その個数を q 個とする。選出された q 個の Y_i 及び Y_{i+1} に関して以下の(8)式~(11)式を用いて $m_i, m_{i+1}, \sigma_i, \sigma_{i+1}$ を計算し、(5)式、(6)式から再び a, b を求める。この処理は、スポット的な信号があるときに、異常に j が大き

くなることがあるが、このようなスポット的な異常値を除外して補正パラメータ a, b を算出するために行っている。

【 0 0 2 1 】

【 数 4 】

$$m_i = \frac{\sum_j Y_{i,j}}{q} \quad \dots(8)$$

$$m_{i+1} = \frac{\sum_j Y_{i+1,j}}{q} \quad \dots(9)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_j (Y_{i,j} - m_i)^2}{q - 1}} \quad \dots(10)$$

$$\sigma_{i+1} = \sqrt{\frac{\sum_j (Y_{i+1,j} - m_{i+1})^2}{q - 1}} \quad \dots(11)$$

$Y_{i+1,j}$ の補正後の値を $Y_{i+1,j}'$ とすれば、全ての j に対して $Y_{i+1,j}'$ は同一の a, b を用い

$$Y_{i+1,j}' = a Y_{i+1,j} + b \quad \dots(12)$$

と計算される。

【 0 0 2 2 】 (III) 補正された画像の出力 (補正画像データ出力ステップ # 3)

(12)式を用いて Y_{i+1} が補正されたならば、 $A_{i+1} = 1$ の場合、 Y_{i+2} も同様にして Y_{i+1} を用いて補正される。このような操作を全画素について行い、補正された画像が得られる。

【 0 0 2 3 】 素子出力は、各素子ごとに a, b さえ求めれば、(12)式を用いて補正されるので、計算量が少なく、容易にリアルタイムの補正が可能である。また、ある時間間隔で上記手法で a, b の値を更新していけば、常に補正された画像の出力が可能である。

【 0 0 2 4 】 以上本発明の実施の形態について説明してきたが、本発明はこれに限定されることなく請求項の記載の範囲内において各種の変形、変更が可能なのは当業者には自明であろう。

【 0 0 2 5 】

【 発明の効果 】 以上説明したように、本発明に係る感度補正方法によれば、従来の方法では成し得なかった、きめ細かな素子感度補正を、光学系の形状を変えることなく、ソフトウェア上で行うことが可能であり、リニアア

て、

30 レイセンサを用いた赤外線撮像装置により撮像したデジタル画像データにおいて、感度補正用熱源を用いても補正しきれないリニアアレイセンサの素子感度ばらつきにより起因する縞模様を特徴とするノイズを除去できる。また、感度補正についての計算量が少なく、リアルタイム処理が可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明に係る感度補正方法の実施の形態であって、処理の流れを示すフローチャートである。

【 図 2 】 感度補正前と補正後の画像の説明図である。

40 【 図 3 】 センサ素子配列例と画像の画素の座標例を示す説明図である。

【 図 4 】 本発明の実施の形態における補正パラメータ a, b の物理的な意味を示す説明図である。

【 符号の説明 】

1 判定ステップ

2 補正パラメータ算出ステップ

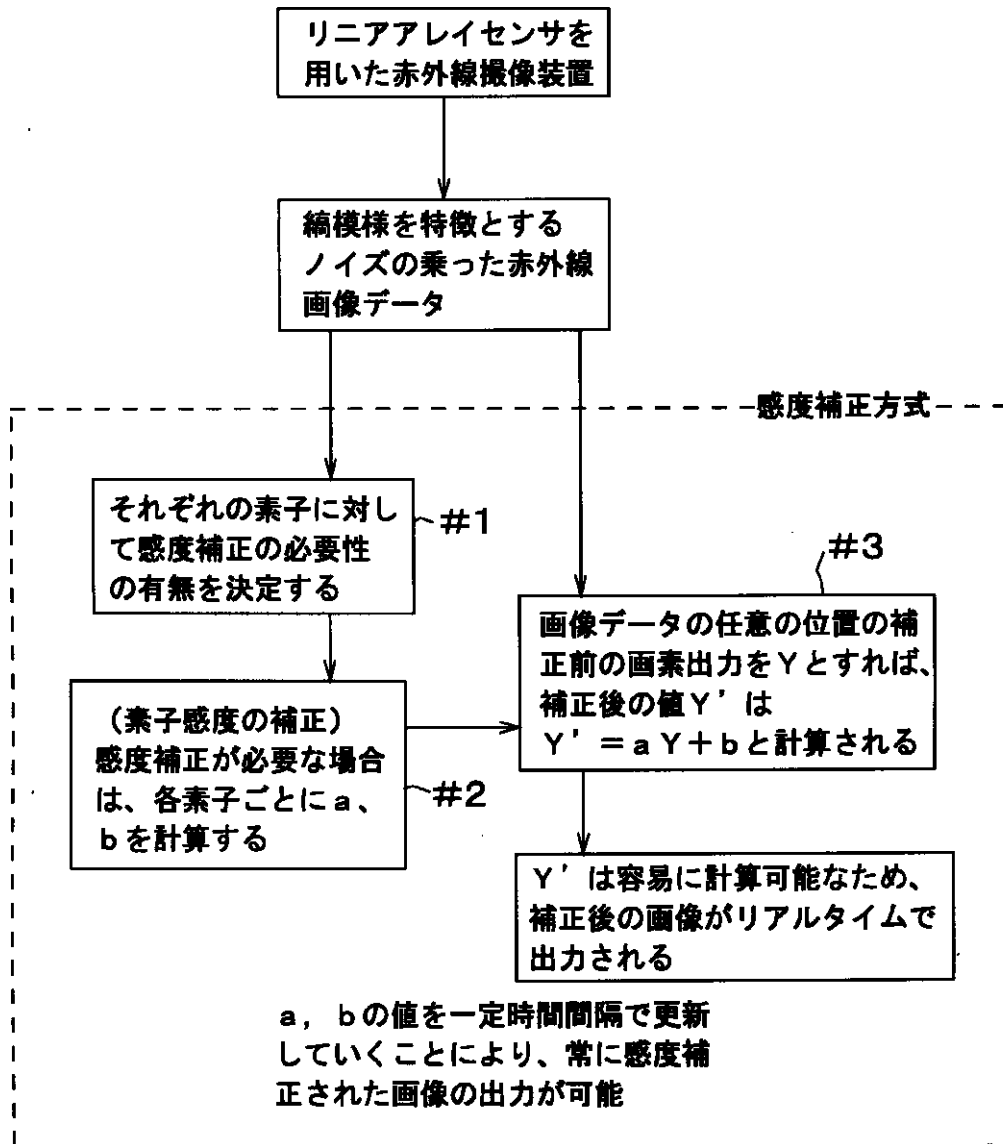
3 補正画像データ出力ステップ

a, b 補正パラメータ

$Y_0, Y_1, \dots, Y_i, Y_{i+1}, \dots, Y_{n-2}, Y_{n-1}$

50 $n-1$ センサ素子

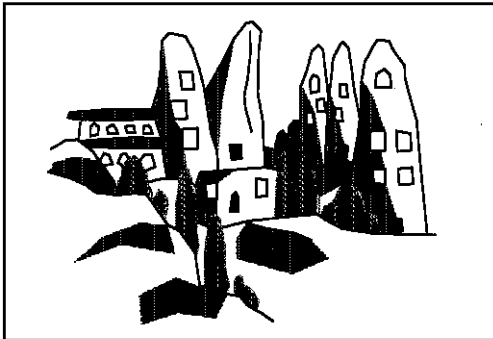
【図 1】



【 図 2 】

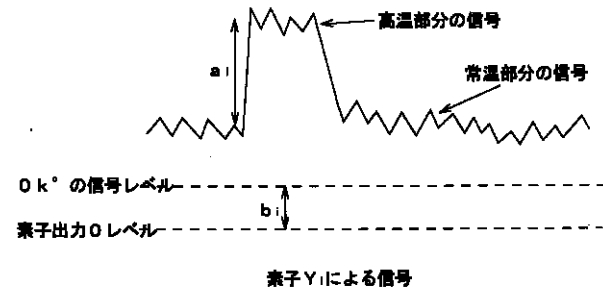
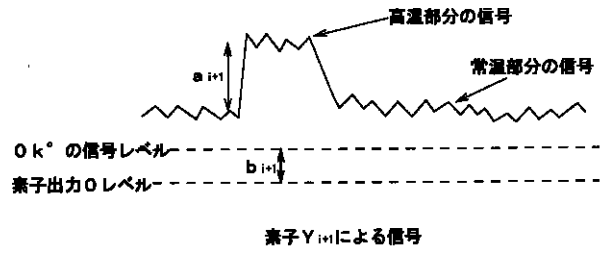


感度補正前



感度補正後

【 図 4 】

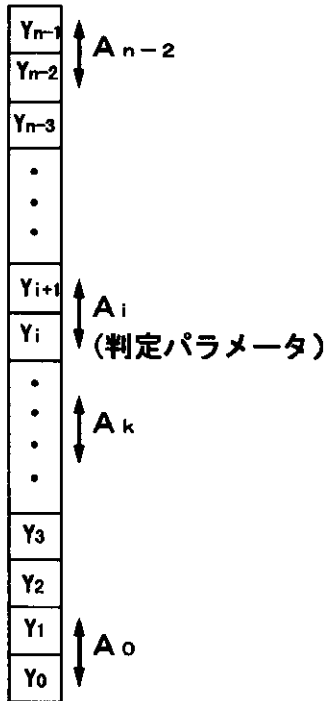


センサ素子が線形出力特性を持つと仮定した場合、
 b_i, b_{i+1} は、センサ素子のオフセット
 a_i, a_{i+1} は、センサ素子のゲインを意味する。

Y_i の信号を用いて Y_{i+1} の信号を補正するならば、
 $a = a_i / a_{i+1}$ 、 $b = b_i - b_{i+1}$ を意味する補正パラメータ a 、 b をもとも、
 図 3 において、 Y_{i+1} の補正後の値を Y_{i+1}' とすれば、
 $Y_{i+1}' = a Y_{i+1} + b$ と計算される。

【 図 3 】

走査方向
→



n 個のセンサ素子配列

(A)

Y _{n-1,0}	Y _{n-1,1}	⋯			⋯	⋯	⋯	Y _{n-1,p-1}
Y _{n-2,0}	Y _{n-2,1}	⋯			⋯	⋯		
Y _{n-3,0}	Y _{n-3,1}	⋯			⋯	⋯		
⋮								
Y _{i+1,0}	Y _{i+1,1}	⋯	Y _{i+1,j}	Y _{i+1,j+1}	⋯	⋯		
Y _{i,0}	Y _{i,1}	⋯	Y _{i,j}	Y _{i,j+1}	⋯	⋯		
⋮								
Y _{3,0}	Y _{3,1}	⋯			⋯	⋯		
Y _{2,0}	Y _{2,1}	⋯			⋯	⋯		
Y _{1,0}	Y _{1,1}	⋯	Y _{1,j}	Y _{1,j+1}	⋯	⋯	Y _{1,p-2}	Y _{1,p-1}
Y _{0,0}	Y _{0,1}	⋯	Y _{0,j}	Y _{0,j+1}	⋯	⋯	Y _{0,p-2}	Y _{0,p-1}

画素の座標

(1 フレームあたり n × p 個の画素出力)

(B)

フロントページの続き

(58) 調査した分野(Int.Cl.⁷, DB 名)

H04N 5/33 - 5/335

H04N 1/028

G01J 1/44

G06T 1/00 460