

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4200516号  
(P4200516)

(45) 発行日 平成20年12月24日(2008.12.24)

(24) 登録日 平成20年10月17日(2008.10.17)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4N	5/21	(2006.01)	HO4N	5/21	B
HO4N	5/235	(2006.01)	HO4N	5/235	
HO4N	5/243	(2006.01)	HO4N	5/243	
HO4N	5/335	(2006.01)	HO4N	5/335	P

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2002-212267 (P2002-212267)	(73) 特許権者	595168543
(22) 出願日	平成14年7月22日(2002.7.22)		マイクロン テクノロジー, インク.
(65) 公開番号	特開2003-110880 (P2003-110880A)		アメリカ合衆国, アイダホ州 83716
(43) 公開日	平成15年4月11日(2003.4.11)		-9632, ボイズ, サウス フェデ
審査請求日	平成17年7月6日(2005.7.6)		ラル ウェイ 8000
(31) 優先権主張番号	09/927, 201	(74) 代理人	100106851
(32) 優先日	平成13年8月10日(2001.8.10)		弁理士 野村 泰久
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100074099
			弁理士 大菅 義之
		(74) 代理人	100075513
			弁理士 後藤 政喜
		(72) 発明者	リチャード・エル・バー
			アメリカ合衆国94024カリフォルニア
			州ロス・アルトス、コロニアル・オークス
			・ドライブ 1280

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像からフリッカを除去する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像データにより表わされる、光源により照らされたシーンの画像から偽画像を除去または減少する方法であって、

前記画像データは、複数行の画像データからなる画像データアレイからなり、

フリッカ関数を割り出すステップと、

行単位ベースで前記画像データを前記フリッカ関数により除算し、前記画像から偽画像を除去または減少する処理ステップ、を含み、

前記フリッカ関数は、前記光源のフリッカ周波数とフリッカ振幅とフリッカ位相の関数であり、

前記フリッカ関数の割り出しステップが、フレーム周期と画像フレームごとの交流線の繰り返し周波数との積からフリッカ周波数を割り出すことを含む

ことを特徴とする方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の方法であって、

前記フリッカ関数の割り出しステップはさらに、前記画像データアレイの各行沿いに前記画像データアレイの画素を寄せ集めて列ベクトルを生成するステップを含み、

さらに前記補正列ベクトルのフリッカエネルギーを最小化することで前記フリッカ位相と前記フリッカ振幅を割り出すステップを含む方法。

【請求項 3】

請求項2記載の方法であって、

補正列ベクトルのフリッカエネルギーの前記最小化ステップが、フリッカの振幅及び位相の推定ステップと、割り出されたフリッカ周波数と推定されたフリッカの振幅及び位相とを用いて計算したフリッカ関数により生成列ベクトルを除算することで補正列ベクトルを計算するステップと、補正列ベクトルのフリッカエネルギーを計算するステップと、フリッカエネルギーがさらに低減できるかどうか判定するステップと、フリッカエネルギーがさらに低減できない場合は、推定されたフリッカの振幅及び位相を用いてフリッカ関数を割り出し、フリッカエネルギーがさらに低減できる場合は、フリッカエネルギーがこれ以上低減できなくなるまで、フリッカの振幅及び位相を推定し、補正列ベクトルを計算し、フリッカエネルギーを計算するステップを繰り返すステップを含む方法。

10

【請求項4】

前記光源は、周期的に変動する光源からなる請求項1～3のいずれか1つに記載の方法。

【請求項5】

前記周期的に変動する光源は、蛍光源からなる請求項4記載の方法。

【請求項6】

前記画像データアレイの行の行番号で表わされる前記フリッカ関数が、  
 $f(j) = 1 + \sin^2(j \cdot T_f / N + \quad)$   
 であり、 $\quad$ がフリッカ振幅、 $\quad$ がフリッカ周波数、 $\quad$ がフリッカ位相、 $T_f$ がフレーム周期、 $N$ が画像フレームごとの行数を表わす請求項5記載の方法。

20

【請求項7】

前記画像データは回転シャッタを用いてCMOS画像センサから収集され、露光制御をもたらす請求項1～6のいずれか1つに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、概ね画像処理分野に係り、より具体的には周期的に変動する光源によって生ずる偽画像を画像から除去する方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

CMOS（相補型金属酸化膜半導体）のアクティブ画素方式画像センサでは、露光制御に一般に回転シャッタが用いられる。回転シャッタは、画像センサ列のセンサ各行を順次リセットし、後刻各行の値を順次読み出すことで稼働する。露光期間はリセットと読出しの時間間隔に等しく、フレーム周期は配列内の各行の値を読み出すのに必要な時間となる。

30

【0003】

図1は、本発明を明瞭に理解して貰えるよう、回転シャッタの動作について概略図示した線図である。100行（図1には説明の便宜上9行だけを図示）を有する画像データアレイについて検討する。単一行の読み出しに必要な時間、すなわち行期間を $T$ とし、図1の矢印10で示す露光期間を $n \times T$ に設定したとする。行1の露光は時間 $t = 0$ にて始まり、その行は時間 $t = n \times T$ で読み出される。行2の露光は時間 $t = T$ で開始され、行2は時間 $t = (n + 1) \times T$ にて読み出される。配列の行100は時間 $t = 99 \times T$ で露光を開始し、その行は時間 $t = (n + 99) \times T$ にて読み出される。

40

【0004】

回転シャッタの一つの特性は、図1に示す如く、各行ごとの露光が異なる時間期間に互って起こることである。従って、シーンの照明が時間とともに変動する場合、撮像された画像の輝度は行ごとに変動する。シーンの照度レベルにおける変動期間が回転シャッタの集積期間より長くてフレーム周期よりも短い場合、上記変動は画像内に水平帯の形で偽画像（image artifacts）が現われる結果を招く。画像内の帯の数は、フレーム周期で割ったフリッカ周期に等しい。

【0005】

50

光源の照度レベルにおけるこれらの時間に対する変動は、「フリッカ」として知られており、画像の水平帯は偽画像或いは「フリッカパターン」と呼ばれる。例えば、蛍光灯は非常に強いフリッカを有する。ランプの蛍光体は、電力線周波数の各ピークで励起され、ピーク間で減衰する。生成される光パルスは、交流電力線の2倍のフリッカ周波数を有する。白熱バルブはフリッカを示さないが、それはフィラメントの熱量が十分に大きく、フィラメントが交流ピーク間でかなり冷めるのを防止するからである。

【0006】

CMOS画像センサの出力へのフリッカの影響は、図2の概略画像14に例示しており、同図では周期的な水平バー16が非常に明白であり、画像の全般的な品質を相当に損なうものである。

10

【0007】

図2に示したような画像内の水平バーの数は、フリッカ周期に対するフレーム周期の比に等しい。水平バーの振幅は、特定光源の特性とCMOS画像センサの回転シャッタの集積期間に依存する。

【0008】

幾つかの方法が、フレームごとのフリッカを除去するのに考案されてきた。例えば、米国特許第5,793,886号には異なる画像フレームのヒストグラムを比較し、これにより時間の関数としての平均照度の変動を取り除くようにした方法が開示されている。しかしながら、ここに記述された方法は、単一の画像フレームしか利用できず、しかもフリッカが生成画像内の一連の水平帯として明示される状況には適用し得ないのである。

20

【0009】

フレームごとのフリッカを取り除く他の公知の方法は、光源の輝度をフレーム露光期間中に監視するものである。例えば、米国特許第6,208,433号に記載された方法では、光源の変動監視用に別個のセンサが用いられ、このセンサの出力が画像補正に用いられる。米国特許第5,960,153号では、撮像と光源変動の計測の両方にリニア画像センサが用いられる。光源変動を露光時間制御に用い、これにより最終画像にフリッカが現われないようにしてある。

【0010】

さらに別の公知の方法では、露光期間をフリッカ周期の整数倍に制限することでフリッカを防止している。この種の状況下では、各行は光源変動の全周期の整数倍で光を集積する。その結果、集積された光レベルは各行ごとに同一となり、画像に帯が現われることはなくなる。本方法の欠点は、露光期間をフリッカ期間よりも短くできないことにある。光源が非常に明るく、露光期間が低減できない場合、生成画像は露出過多となる。この種の問題は、明るい蛍光源でシーンを照らすか、カメラを直接蛍光源へ向けたときに生ずることがある。

30

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

一般に、画像からフレームごとのフリッカを除去する公知の方法は、処理用に幾つかの連続画像フレームを必要としたり、フリッカを独立に監視する必要があったり、追加の入力を必要としたりする。従って、フリッカ除去用の公知の方法は完全に満足は出来ないのである。必要なものは、単一画像上に作用する周期的に変動する光源により生成されたフリッカを除去し、フリッカ周期とフレーム周期の値を除きどんな追加の入力も必要とせず、フリッカを独立して監視する必要のない方法と装置である。同じく必要とされるのは、非常に明るい蛍光源下でも非常に低いフリッカをもって画像を撮像することに活用できる方法と装置である。

40

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明は、蛍光源のような周期的に変動する光源により生成される画像から偽画像を除去する方法と装置を提供するものである。本発明による方法は、画像データにより表される画像から偽画像を除去するものである。本方法では、フリッカ関数を割り出し、このフリ

50

フリッカ関数を用いて画像データを処理して偽画像を除去する。

【0013】

本発明にあつては、撮像シーンを照明する光源の光照射をモデル化したフリッカ関数を用いて画像を処理することにより画像から偽画像を除去或いは大幅に低減できることが判った。本発明は、回転シャッタを用いてCMOS画像センサから収集した画像データにより表される画像から偽画像を除去するのに特に適したものである。

【0014】

本発明の一実施形態によれば、画像を表わす画像データは、複数行の画像データからなる画像データアレイからなり、画像データの処理ステップは、行単位ベースで画像データをフリッカ関数により除算することからなる。

【0015】

画像データのフリッカ関数の割り出しは、前以て用意したフリッカモデルに関連するパラメータ値の割り出しを含む。特に、フリッカ関数を割り出すため光源のフリッカ周波数やフリッカ振幅やフリッカ位相が割り出される。本発明の一実施形態では、フリッカ周波数とフリッカ振幅とフリッカ位相は、画像データアレイの各行沿いに画素を寄せ集めて列ベクトルを生成し、フレーム周期と画像フレームごとの交流線繰り返し周波数との積からフリッカ周波数を割り出し、補正列ベクトル内のフリッカエネルギーを最小化してフリッカの振幅及び位相を割り出すことで割り出される。

【0016】

より詳しくは、本発明のさらなる実施形態によれば、フリッカの振幅及び位相の初期推定を行ない、割り出されたフリッカ周波数と推定されたフリッカの振幅及び位相から計算したフリッカ関数により生成列ベクトルを除算して補正列ベクトルを計算し、補正列ベクトル内のフリッカエネルギーを算出することにより、フリッカの振幅及び位相を割り出す。そこで、フリッカエネルギーがさらに低減可能であるかどうか判断する。判断が否定された場合は、推定されたフリッカの振幅及び位相をフリッカ関数の割り出しに用いる。判断が肯定された場合は、フリッカの振幅及び位相の推定は改められ、さらなる補正列ベクトルが計算され、さらに補正された列ベクトルを用いてフリッカエネルギーを計算する。この手順は、フリッカエネルギーがこれ以上低減できなくなるまで繰り返される。

【0017】

一旦フリッカエネルギーが最小化されると、割り出されたフリッカ関数でもって画像データを除算することでフリッカが画像データから取り除かれる。

【0018】

本発明方法は、蛍光源のような任意の周期的に変動する光源にもよつてもたらされるフリッカを除去することに効果があるという長所がある。本発明方法には任意の露光期間を用いることができ、その結果、本方法は明るい蛍光源の下でさえフリッカを大幅に低減した画像の撮像に用いることができる。本発明は、単一画像上に作用する偽画像を画像から除去し、フリッカとフレーム周期の値以外のどんな追加の入力も必要とせず、フリッカを独立して監視する必要のない方法と装置を提供するものである。さらに、本発明は上記したそれらに加え或いはそれらに代わる他の特徴ならびに効果を備えた実施形態をもたらす。これらの特徴と効果の多くは、本発明の例示実施形態の下記の図面と詳細な説明とを併せ、以下に明らかとなる。

【0019】

【発明の実施の形態】

回転シャッタモードで動作するCMOS画像センサでは、画像データアレイの露光期間は、図1に示したアレイ内で行ごとに変動する(ただし、特定の行では全ての画素は同一期間に互つて露光する)。撮像シーンを照らす光源の強度が時間とともに変動する場合は、画像データ内で行ごと強度変動が生ずることがある。行期間が固定され、光源強度が時間とともに周期的に変動する場合は、強度変動は画像データから生成される画像内の周期的な水平バーの形をした偽画像として現われる。

【0020】

集積期間がフリッカ周期の整数倍に等しい場合は、水平バーの振幅は零となろう。しかしながら、バー振幅を前以て割り出すことは一般に不可能であり、それは光源の特性が既知でないからである。加えて、画像についての水平バーパターンの垂直方向の並び方は露光期間当初の光フリッカの位相に依存する。しかしながら、振幅と同様、位相もまた前以て割り出すことはできない。

【0021】

蛍光の点滅は、光の電源交播によって生じる。蛍光管は、水銀蒸気原子雲に電子を放射するフィラメントを含む。蒸気原子は励起され、紫外（UV）光を発する。紫外光が蛍光管の管球容器を叩くと、紫外光が管内面の蛍光体を励起する。そこで蛍光体が蛍光し、白色光を発する。

10

【0022】

電子の放出は、電源の駆動電圧のピークで最大化される。1周期ごとに2つのピークが存在するため、フリッカ周波数は駆動電圧周波数の2倍となる。従って、60Hz電気系により給電される蛍光管は120Hzで点滅する。

【0023】

関数  $(1 + \sin^2(t + \phi))$  は、蛍光管の照射をモデル化するのに用いることができる。同式中、 $A$  はフリッカ振幅であり、 $f$  はフリッカ周波数であり、 $\phi$  はフリッカ位相である。このフリッカ関数はまた、画像アレイの行の行番号をもって次式の如く表わすことができる。

【0024】

$$f(j) = 1 + \sin^2(j T_f / N + \phi) \quad (1)$$

20

【0025】

同式中、 $T_f$  はフレーム周期であり、 $N$  はフレームごとのライン数である。蛍光管の実際の発光は、図3の曲線20に示すもっと複雑な時間変動を有する。同図は、 $x$  軸が時間サンプルを表わし、 $y$  軸が照度を表わすグラフである。蛍光管内の蛍光体とフィラメントの特性が原因で、この関数はゆっくりと減衰する。従って、所望とあらば、上記の式(1)により与えられるもっと複雑なフリッカ関数を生成し、曲線にもっと適合させることもできる。

【0026】

本発明の一実施形態によれば、行単位ベースのフリッカ関数でもって画像を表わす画像データを除算することにより画像から偽画像が取り除かれる。画像が二次元データアレイ  $I[i, j]$  により表される場合、偽画像を除去する処理は下記の如く表わされる。

30

【0027】

$$I'[i, j] = I[i, j] / f(j) \quad (2)$$

【0028】

本発明の一実施形態によれば、フリッカ関数は照明光源のフリッカ周波数とフリッカ振幅とフリッカ位相を算出することにより割り出される。フリッカ周波数とフリッカ振幅とフリッカ位相は、本発明の一実施形態によれば、デジタル画像の各行沿いに画素を寄せ集めて列ベクトルを生成し、フレーム周期と画像フレームごとの交流線繰り返し周波数との積からフリッカ周波数を算出し、補正列ベクトル内のフリッカエネルギーを最小化してフリッカの振幅及び位相を割り出すことで算出される。

40

【0029】

より詳しくは、列ベクトルを作成するため、画像データアレイの全ての列は併せ加算されて列平均を生成する。この処理が、二次元画像データアレイを一次元ベクトルに折りたたむ。この処理は、下式により表わされる。

【0030】

【数1】

$$c[j] = \frac{1}{M} \sum_i I[i, j]$$

50

( 3 )

【 0 0 3 1 】

この式において、Mは画像データの列数である。

【 0 0 3 2 】

フリッカの振幅及び位相を算出するため、補正列ベクトル内のフリッカエネルギーを最小化するように、初回の推定がまずフリッカの振幅及び位相についてなされる。次に、割り出されたフリッカ周波数と推定されたフリッカの振幅及び位相から算出されたフリッカ関数により生成列ベクトルを除算することで、補正列ベクトルが計算される。そこで補正列ベクトル内でフリッカエネルギーが計算され、フリッカエネルギーがそれ以上低減できるかどうかの判断がなされる。この判断が否定された場合は、推定されたフリッカの振幅及び位相がフリッカ関数の割り出しに用いられる。判断が肯定された場合は、フリッカの振幅及び位相の改善推定がなされ、フリッカエネルギーがそれ以上低減できなくなるまで、この手順が繰り返される。

10

【 0 0 3 3 】

補正列ベクトルのフリッカエネルギーは、 $C[j] / f(j)$ の正弦値及び余弦値を計算することにより算出される。エネルギーは、画像データの平均値により正規化した2つの項の二乗の平方根である。

【 0 0 3 4 】

【 数 2 】

$$X_s = \sum_j A(j) \sin(j\omega T_f / N) C[j] / f(j)$$

20

( 4 )

$$X_c = \sum_j A(j) \cos(j\omega T_f / N) C[j] / f(j)$$

( 5 )

【 0 0 3 5 】

式(4)、(5)中、 $A(j)$ は、画像フレーム端での不連続部分がエネルギー値に寄与するのを防止するのに用いるアポディゼーション関数である。この種の関数例には、ハニング関数やハミング関数が含まれる。

30

【 0 0 3 6 】

フリッカエネルギーは、下記で表わされる。

【 0 0 3 7 】

$$E_f = (X_s + X_c) / \langle C \rangle \quad ( 6 )$$

【 0 0 3 8 】

式(6)では、平均画像データは列平均から割り出してある。

【 0 0 3 9 】

振幅と位相の関数としてのフリッカエネルギーの変動により規定される面が図4にプロットしてあり、図ではx軸が振幅を表わしy軸が位相を表わす。図4に示したように、この関数は良好に規定されたユニークな最小値を備えた滑らかなものである。

40

【 0 0 4 0 】

一旦フリッカエネルギーが最小化されると、フリッカ周波数の計算値と最小化から得られたフリッカの位相及び振幅の計算値を用いて割り出したフリッカ関数により画像データを除算することで、全画像から偽画像を取り除くことができる。

【 0 0 4 1 】

図5、6は、本発明の一実施形態になる方法の効果を示す画像である。図5の画像は、CMOS画像センサすなわち原画像の単色平面からの生データで構成してある。図6の画像

50

は、本発明の一実施形態になるフリッカ補正、すなわちフリッカ補正画像を適用した結果である。図5, 6から明らかなように、図5の画像に存在する水平線が図6の画像からは除去されている。

【0042】

図7は、本発明の一実施形態によるシーンの画像から偽画像を取り除く方法を大略例示するフローチャートである。図7に示すように、本方法はステップ30でのシーンを照らす光源の発光をモデル化するフリッカ関数の割り出しを含むものであり、その後ステップ40でのフリッカ関数を用いてシーンの画像を表わす画像データの処理を含む。

【0043】

図8Aは、本発明の別の実施形態により図7のフリッカ関数を割り出すステップをより詳細に例示するフローチャートである。特に、前述した如く、撮像対象シーンを照明する光源のフリッカ関数を割り出すため、光源のフリッカ周波数とフリッカ振幅とフリッカ位相が割り出される。これは、ステップ50に示したように先ず画像アレイの各行沿いに画像アレイの画素を寄せ集めて列ベクトルを生成することにより、図8Aに開示した如く達成される。フリッカ周波数は、ステップ60に示したように、フレーム周期と画像フレームごとの交流線繰返し周波数との積から割り出される。フリッカ位相とフリッカ振幅は、ステップ70で示すように補正列ベクトルのフリッカエネルギーを最小化することにより割り出される。

【0044】

図8Aに示されるフリッカ位相とフリッカ振幅を割り出すステップを、図8Bでさらに詳細に説明する。具体的には、フリッカの振幅及び位相の初期推定はステップ72に示した如くなされる。それ故に、補正列ベクトルは図8Aのステップ50で生成された列ベクトルをステップ74の推定フリッカ関数で除算することで計算される。この推定フリッカ関数は、図8Aのステップ60で割り出したフリッカ周波数と図8Bのステップ72で推定したフリッカ振幅とフリッカ位相を用いて計算される。補正列ベクトルのフリッカエネルギーは次にステップ76において計算され、ステップ78においてフリッカエネルギーがさらに低減できるかどうかの判断がなされる。この判断が否定された場合は、ステップ72においてなされたフリッカ振幅とフリッカ位相の初期推定を用いてフリッカ関数が割り出される。判断が肯定された場合は、ステップ80においてフリッカ振幅とフリッカ位相の改善推定がなされ、ステップ74においてさらなる補正列ベクトルが計算され、ステップ76において新たなフリッカエネルギーが計算される。この手順は、フリッカエネルギーがこれ以上低減できなくなるまで、すなわちステップ78における判断がなされなくなるまで繰り返される。

【0045】

図9は、本発明の一実施形態によりシーンの画像から偽画像を取り除く装置を図示するものである。この装置は、参照符合100により概ね指し示したデジタルカメラなどの撮像装置を備える。撮像装置は、シーンから受光し、CMOS画像センサなどの画像検出ユニット104に光を合焦する図9のレンズにより表わされる光学システム102を含む。画像検出ユニットは、その上の光パターンを画像検出ユニット内に含まれるAD変換器によりデジタル化される電圧サンプルアレイへ変換する。

【0046】

フリッカ関数割り出し器106は、前述したように、光源のフリッカ周波数とフリッカ振幅とフリッカ位相を割り出すことでデジタル画像データから光源のフリッカ関数を割り出し、画像データプロセッサ108はフリッカ関数を用いて画像データを処理し、シーンの生成画像から偽画像を取り除く。

【0047】

ここに説明した内容は本発明の例示実施形態を構成するものであるが、本発明はその範囲を逸脱することなく様々に変形可能であることは認識されたい。従って、本発明が特許請求の範囲により必要とされる範囲内にだけ限定さるべきことは理解されたい。

【0048】

10

20

30

40

50

本発明の態様を以下に例示する。

【0049】

1. 画像データにより表わされる、光源により照らされたシーンの画像から偽画像を除去する方法であって、フリッカ関数を割り出すステップと、前記フリッカ関数を用いて前記画像データを処理し、前記画像から偽画像を除去するステップを含む方法。

【0050】

2. 上記1記載の方法であって、前記画像データは複数行の画像データからなる画像データアレイからなり、前記処理ステップが行単位ベースで前記画像データを前記フリッカ関数により除算するステップを含む方法。

【0051】

3. 上記2記載の方法であって、前記フリッカ関数は、前記光源のフリッカ周波数とフリッカ振幅とフリッカ位相の関数である方法。

【0052】

4. 上記3記載の方法であって、前記フリッカ関数の割り出しステップが、フレーム周期と画像フレームごとの交流線の繰り返し周波数との積からフリッカ周波数を割り出すことを含む方法。

【0053】

5. 上記4記載の方法であって、前記フリッカ関数の割り出しステップはさらに、前記画像データアレイの各行沿いに前記画像データアレイの画素を寄せ集めて列ベクトルを生成するステップを含み、さらに前記補正列ベクトルのフリッカエネルギーを最小化することで前記フリッカ位相と前記フリッカ振幅を割り出すステップを含む方法。

【0054】

6. 上記5記載の方法であって、補正列ベクトルのフリッカエネルギーの前記最小化ステップが、フリッカの振幅及び位相の推定ステップと、割り出されたフリッカ周波数と推定されたフリッカの振幅及び位相とを用いて計算したフリッカ関数により生成列ベクトルを除算することで補正列ベクトルを計算するステップと、補正列ベクトルのフリッカエネルギーを計算するステップと、フリッカエネルギーがさらに低減できるかどうか判定するステップと、フリッカエネルギーがさらに低減できない場合は、推定されたフリッカの振幅及び位相を用いてフリッカ関数を割り出し、フリッカエネルギーがさらに低減できる場合は、フリッカエネルギーがこれ以上低減できなくなるまで、フリッカの振幅及び位相を推定し、補正列ベクトルを計算し、フリッカエネルギーを計算するステップを繰り返すステップを含む方法。

【0055】

7. 前記光源は、周期的に変動する光源からなる上記2記載の方法。

【0056】

8. 前記周期的に変動する光源は、蛍光源からなる上記7記載の方法。

【0057】

9. 前記画像データアレイの行の行番号で表わされる前記フリッカ関数が、

$$f(j) = 1 + \sin^2(j T_f / N + \quad)$$

であり、 $\quad$ がフリッカ振幅、 $\quad$ がフリッカ周波数、 $\quad$ がフリッカ位相、 $T_f$ がフレーム周期、 $N$ が画像フレームごとの行数を表わす上記8記載の方法。

【0058】

10. 前記画像データは回転シャッタを用いてCMOS画像センサから収集され、露光制御をもたらす上記1記載の方法。

【0059】

11. 複数行の画像データからなる画像データアレイにより表わされる、周期的に変動する光源により照明されたシーンの画像から偽画像を除去する方法であって、周期的に変動する光源の光照射をモデル化したフリッカ関数を割り出すステップと、前記フリッカ関数を用いて前記画像データを処理し、前記画像から偽画像を除去するステップを含む方法。

【0060】

10

20

30

40

50

12. 上記11記載の方法であって、前記フリッカ関数は、周期的に変動する光源のフリッカ振幅とフリッカ周波数とフリッカ位相の関数である方法。

【0061】

13. 上記12記載の方法であって、フリッカ関数を割り出す前記ステップが、画像データアレイの各行沿いに画素を寄せ集めて列ベクトルを生成し、フレーム周期と画像フレームごとの交流線の繰り返し周波数との積からフリッカ周波数を割り出すステップと、補正列ベクトルのフリッカエネルギーを最小化することによりフリッカの振幅及び位相を割り出すステップとを含む方法。

【0062】

14. 上記13記載の方法であって、補正列ベクトルのフリッカエネルギーを最小化する前記ステップが、フリッカの振幅及び位相の推定ステップと、割り出されたフリッカ周波数と推定されたフリッカの振幅及び位相とを用いて計算したフリッカ関数により生成列ベクトルを除算することで補正列ベクトルを計算するステップと、補正列ベクトルのフリッカエネルギーを計算するステップと、フリッカエネルギーがさらに低減できるかどうか判定するステップと、フリッカエネルギーがさらに低減できない場合は、推定されたフリッカの振幅及び位相を用いてフリッカ関数を割り出し、フリッカエネルギーがさらに低減できる場合は、フリッカエネルギーがこれ以上低減できなくなるまで、フリッカの振幅及び位相を推定し、補正列ベクトルを計算し、フリッカエネルギーを計算するステップを繰り返すステップを含む方法。

10

【0063】

15. 上記11記載の方法であって、前記周期的に変動する光源は蛍光源からなり、前記画像データアレイの行の行番号で表わされる前記フリッカ関数が、

$$f(j) = 1 + \sin^2(j T_f / N + \quad)$$

であり、 $f$ がフリッカ振幅、 $T_f$ がフリッカ周波数、 $\phi$ がフリッカ位相、 $T_f$ がフレーム周期、 $N$ が画像フレームごとの行数を表わす方法。

20

【0064】

16. 上記11記載の方法であって、前記画像データは回転シャッタを用いてCMOS画像センサから収集され、画像制御をもたらす方法。

【0065】

17. 光源によって照らされたシーンの画像から偽画像を除去する装置であって、前記シーンを表わす画像データを供給するユニットと、フリッカ関数を割り出すフリッカ関数割り出し器と、前記フリッカ関数を用いて前記画像データを処理し、前記画像から前記偽画像を除去する画像データプロセッサを備える装置。

30

【0066】

18. 上記17記載の装置であって、前記画像データが複数行の画像データからなる画像データアレイを含み、前記画像データプロセッサが行単位ベースで前記画像データを前記フリッカ関数により除算することで前記画像データを処理する装置。

【0067】

19. 上記18記載の装置であって、前記フリッカ関数は、前記光源のフリッカ周波数とフリッカ振幅とフリッカ位相の関数であり、前記フリッカ関数割り出し器が前記フリッカ周波数と前記フリッカ振幅と前記フリッカ位相を割り出す手段を含む装置。

40

【0068】

20. 前記光源は、蛍光源からなる上記17記載の装置。

【0069】

21. デジタル撮像方法であって、デジタル画像を分析してフリッカ関数を割り出すステップと、前記フリッカ関数を用いて前記デジタル画像を処理し、該デジタル画像から偽画像を低減するステップとを含み、前記割り出しステップが前以て定めたフリッカモデルに関連するパラメータ値の割り出しを含む方法。

【0070】

22. 前記処理ステップが、前記デジタル画像を前記フリッカ関数により除算するステ

50

ップを含む上記 2 1 記載のデジタル撮像方法。

【 0 0 7 1 】

2 3 . 前記割り出しステップが、フリッカ周波数とフリッカ振幅とフリッカ位相の算出を含む上記 2 1 記載のデジタル撮像方法。

【 0 0 7 2 】

2 4 . 上記 2 3 記載のデジタル撮像方法であって、フリッカ周波数とフリッカ振幅とフリッカ位相の前記割り出しステップが、画像データアレイの各行沿いに画素を寄せ集めて列ベクトルを生成し、フレーム周期と画像フレームごとの交流線の繰り返し周波数との積からフリッカ周波数を割り出すステップと、補正列ベクトルのフリッカエネルギーを最小化することによりフリッカの振幅及び位相を割り出すステップとを含む方法。

10

【 0 0 7 3 】

2 5 . 上記 2 4 記載のデジタル撮像方法であって、前記補正列ベクトルのフリッカエネルギーを最小化するステップが、フリッカの振幅及び位相を推定するステップと、割り出されたフリッカ周波数と推定されたフリッカの振幅及び位相を用いて計算したフリッカ関数により生成列ベクトルを除算することにより補正列ベクトルを計算するステップと、補正列ベクトルのフリッカエネルギーを算出するステップと、フリッカエネルギーがさらに低減できるかどうか判定するステップと、フリッカエネルギーがさらに低減できない場合は、推定されたフリッカの振幅及び位相を用いてフリッカ関数を割り出し、フリッカエネルギーがさらに低減できる場合は、フリッカエネルギーがこれ以上低減できなくなるまで、フリッカの振幅及び位相を推定し、補正列ベクトルを計算し、フリッカエネルギーを計算するステップを繰り返すステップを含む方法。

20

【 0 0 7 4 】

2 6 . デジタル画像処理システムであって、デジタル画像のフリッカ関数を割り出す手段と、前記フリッカ関数を用いて前記デジタル画像内の偽画像を低減する該デジタル画像の処理手段とを備えるシステム。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の明瞭な理解を助ける回転シャッタの動作を概略説明する図である。

【図 2】回転シャッタを用いて C M O S 画像センサの出力上のフリッカの影響を例示する概略画像である。

【図 3】蛍光管の発光特性を例示するグラフである。

30

【図 4】本発明の一実施形態になるフリッカ補正を例示するグラフである。

【図 5】本発明の一実施形態の方法と装置の効果を表わす図であり、回転シャッタを用いた C M O S 画像センサの単色平面からの生データの画像である。

【図 6】本発明の一実施形態の方法と装置の効果を表わす図であり、本発明の一実施形態によりフリッカ補正を適用した結果得られる画像である。

【図 7】本発明の一実施形態による偽画像を画像から除去する方法のステップを示すフローチャートである。

【図 8 A】本発明の他の実施形態による図 7 のフリッカ関数の割り出しステップを詳細に示すフローチャートである。

【図 8 B】本発明の他の実施形態による図 8 A のフリッカの位相及び振幅の割り出しステップを詳細に示すフローチャートである。

40

【図 9】本発明の他の実施形態による偽画像を画像から除去する装置を概略示す図である。

【符号の説明】

1 0 露光期間

1 4 概略画像

1 6 水平バー

1 0 0 撮像装置

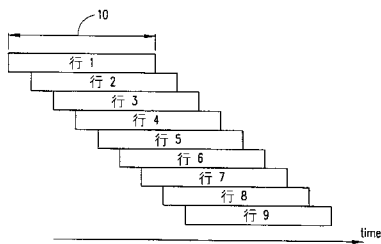
1 0 2 光学システム

1 0 4 画像検出ユニット

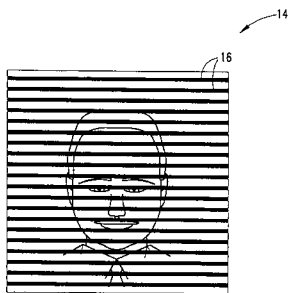
50

106 フリッカ関数割り出し器  
108 画像データプロセッサ

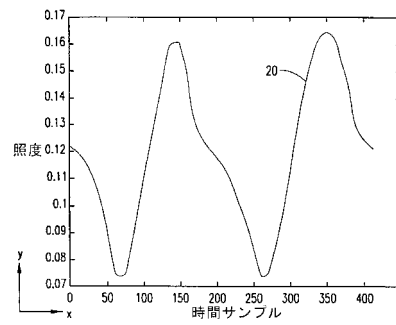
【図1】



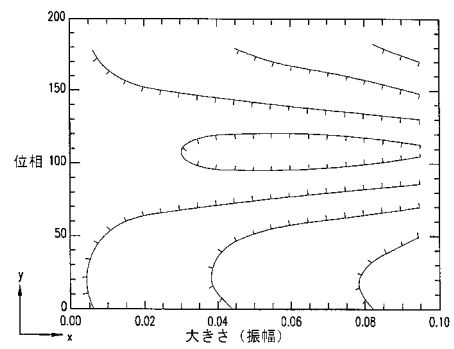
【図2】



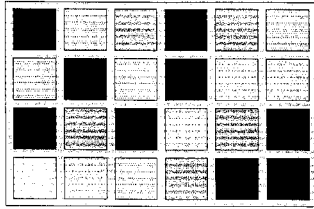
【図3】



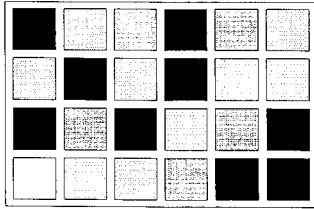
【図4】



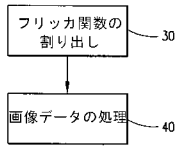
【図5】



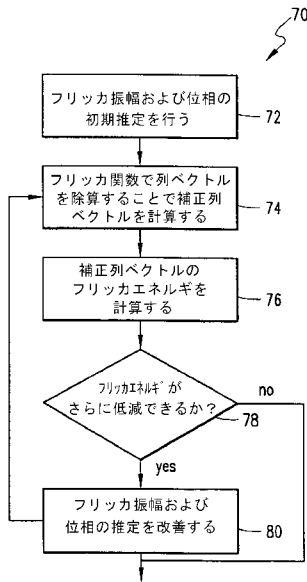
【図6】



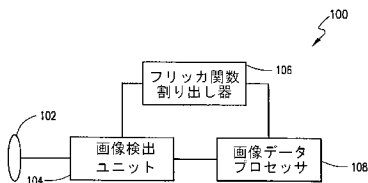
【図7】



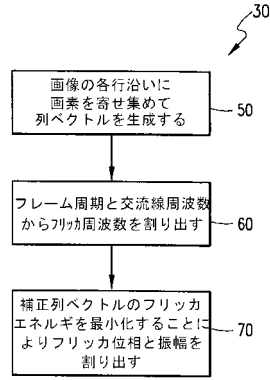
【図8B】



【図9】



【図8A】



---

フロントページの続き

審査官 佐藤 直樹

- (56)参考文献 特開平10-294891(JP,A)  
特開2001-111887(JP,A)  
特開昭62-031274(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/21  
H04N 5/235  
H04N 5/243  
H04N 5/335