

(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2004-126574

(P2004-126574A)

(43) 公開日 平成16年4月22日(2004.4.22)

(51) Int.C1.⁷

F 1

テーマコード(参考)

G02B 7/28

G02B 7/11

2H011

G02B 7/36

H04N 5/232

2H051

G03B 13/36

G02B 7/11

5C022

H04N 5/232

G03B 3/00

A

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2003-319830 (P2003-319830)
 (22) 出願日 平成15年9月11日 (2003.9.11)
 (31) 優先権主張番号 10/264669
 (32) 優先日 平成14年10月4日 (2002.10.4)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 503003854
 ヒューレット-パッカード デベロップメント カンパニー エル.ピー.
 アメリカ合衆国 テキサス州 77070
 ヒューストン 20555 ステイト
 ハイウェイ 249
 (74) 代理人 100075513
 弁理士 後藤 政喜
 (74) 代理人 100084537
 弁理士 松田 嘉夫
 (72) 発明者 ジェイムズ エス. フォス
 アメリカ合衆国 コロラド 80526
 フォート・コリンズ ブルーゲート・コート 1709

最終頁に続く

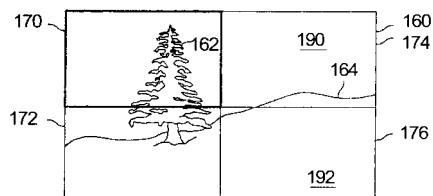
(54) 【発明の名称】電子撮像装置のフォーカシング

(57) 【要約】

【課題】 デジタルカメラなどの電子撮像装置で、パッセンジブオートフォーカスの処理に伴う負荷を軽減し、フォーカシング速度を向上させる。

【解決手段】 所定の焦点調節状態(合焦前)に入力される画像160を4つの領域170、172、174、176に分割し、画像処理によって鮮明なエッジを多く含む領域170を選択する。焦点調節状態を変えた後、選択された領域170の画像についてのみ画像処理を行い、焦点調節状態が合焦状態に近づいたか否かを判定する。以後、焦点調節状態の変更と画像処理とを交互に繰り返し、焦点調節状態が撮影に適した状態になったら焦点調節を停止する。

【選択図】 図6B



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電子撮像装置でフォーカシングする方法であって、
前記電子撮像装置内のフォーカス設定を変更しながら、前記電子撮像装置内の少なくとも1つのフォト・センサの少なくとも1つの領域から複数のデータサンプルを捕捉することと、

前記複数のデータサンプルが捕捉されている間に、前記データサンプルが捕捉される前記少なくとも1つの領域のサイズを縮小することと、

最適なフォーカス設定を識別するために前記複数のデータサンプルを解析することとを含むことを特徴とするフォーカシング方法。 10

【請求項 2】

前記少なくとも1つの領域の前記サイズは、
前記フォーカス設定の変更により影響される複数の画素を識別するために前記複数のデータサンプルのうち、少なくとも2個を比較することと、
前記フォーカス設定の変更により影響される前記複数の画素の大多数を含む少なくとも1つのより小さい領域を選択することとによって縮小されることを特徴とする請求項1に記載のフォーカシング方法。

【請求項 3】

前記少なくとも1つの領域の前記サイズは、
2つの連続したインスタンスに対応する前記複数のデータサンプルのフォーカス測度を計算することと、
前記フォーカス設定の変更に起因して前記フォーカス測度が最も変化した領域を識別するため、前記フォーカス測度を比較することと、
前記フォーカス測度が最も変化した前記領域を少なくとも部分的に含む少なくとも1つのより小さい領域を選択することと
によって縮小されることを特徴とする請求項1に記載のフォーカシング方法。 20

【請求項 4】

前記少なくとも1つの領域の前記サイズを縮小するステップは、前記少なくとも1つの領域から少なくとも1つのより小さい領域を選択することを含むことを特徴とする請求項1に記載のフォーカシング方法。 30

【請求項 5】

前記少なくとも1つのより小さい領域を選択することは、前記フォーカス設定の変更により影響される複数のより小さい領域のうちから選択することを含み、前記少なくとも1つのより小さい領域は、前記少なくとも1つのフォト・センサ内における位置を加味することを特徴とする請求項4に記載のフォーカシング方法。

【請求項 6】

前記少なくとも1つの領域の境界は、少なくとも1つの前のより大きい領域内のどの画素が前記フォーカス設定の変更により最も影響されるかに基づいて決定されることを特徴とする請求項1に記載のフォーカシング方法。

【請求項 7】

電子撮像装置であって、
少なくとも1つのフォト・センサと、
フォーカス調整可能レンズアセンブリと、
前記フォト・センサおよび前記フォーカス調整可能レンズアセンブリに接続され、前記フォーカス調整可能レンズアセンブリをフォーカシングするための命令を有する制御システムとを備え、前記命令は、
前記少なくとも1つのフォト・センサから複数のデータサンプルを捕捉する間に前記フォーカス調整可能レンズアセンブリのフォーカス設定を変更する命令と、

後の段階で前記フォーカシング中に前記データサンプルを捕捉する対象となる領域のサイズを縮小するための命令と、 40
50

最適なフォーカス設定であることを識別するために前記データサンプルを解析するための命令とを備えることを特徴とする電子撮像装置。

【請求項 8】

前記少なくとも 1 つのフォト・センサは、ランダムアクセス可能な光センサを備えることを特徴とする請求項 7 に記載の電子撮像装置。

【請求項 9】

前記領域の前記サイズを縮小する前記命令は、

前の段階での前記データサンプル中において、前記フォーカス設定の変更により最も影響される部分を識別する命令と、当該部分の少なくとも一部を含む領域を選択する命令とを含み、当該領域の大きさは前の段階における領域の大きさよりも小さいことを特徴とする請求項 7 に記載の電子撮像装置。

10

20

【請求項 10】

撮像装置であって、

前記撮像装置内のレンズのフォーカス設定を調整する手段と、

前記撮像装置内の電子式フォト・センサから画像を捕捉する画像捕捉手段であって、前記画像は異なるフォーカス設定状態で捕捉される、画像捕捉手段と、

最適なフォーカス設定であるかどうかを判定するために前記画像を解析する手段と、

後のフォーカシングプロセス中に捕捉される画像の画素数が減じられるように前記画像内の画素数を減じる手段と
を備えることを特徴とする撮像装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電子撮像装置のフォーカシング、とりわけ撮像素子を介して入力された画像に基づいてフォーカシングを行うパッシングフォーカス機能を有する電子撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電子撮像装置は広範囲の用途で使用され、着実に安価かつ使用しやすくなっている。デジタルカメラのような電子撮像装置は通常、2次元フォト・センサを用いて光を電気信号に変換する。フォト・センサは、数千ないし数百万にもおよぶ感光セルの2次元アレイを含み、各セルは画像の1個の画像要素（すなわち画素）を捕捉する。画像がフォト・センサ上にフォーカシングされると、電荷がフォト・センサセルに蓄積される。電荷の大きさは画像の光の大きさに対応する。すなわち、より明るい光はより大きい電荷を生成する。こうして、フォト・センサ上にフォーカシングされた画像の光は、フォト・センサ全体で変化する電荷のパターンを生成する。フォト・センサ全体にわたって電荷の大きさが解析され、電子撮像装置内に画像の電子的表現として記憶される。デジタルカメラのようなデジタル撮像装置では、電荷の大きさはアナログ・デジタル（A/D）変換器で数値に変換される。

30

【0003】

電荷結合素子（CCD）およびコンプリメンタリ金属酸化物半導体（CMOS）センサを含む数種の2次元フォト・センサが、電子撮像装置で一般に使用されている。CCD内の電荷は、フォト・センサ全体にわたり直列にシフトすなわち移動され、出力でそれが1つずつ読み出されることにより読み出される。CCD内の電荷は、必要であれば増幅され、外部A/D変換器により読み出される。CCDフォト・センサは、ノイズの影響をあまり受けないため高品質な画像を提供するが、大量の電力を消費し、シリアル方式でビットごとに信号を読み出されなければならない。CMOSセンサは一般にCCDよりもノイズの影響を受けやすいが、標準的なシリコン集積回路生産ラインで製造可能であるためはるかに安価である。通常のCMOSセンサ内の各セルは、内部で電荷を増幅し従来の配線を通じてそれを移動させるためのいくつかのトランジスタを含む。行（横方向の並び）0か

40

50

ら出発し、所望の行にシフトするための入力パルスを提供して、各行が一般にアクセス可能である。その後、クロック入力を用いて、選択された行の所望の画素にアクセスする。こうして、画像全体を出力にシフトすることなく、所望の画像データ部分にのみアクセス可能である。

【0004】

C M O S センサまたはC C D のようなフォト・センサを有する電子撮像装置のための、アクティブおよびパッシブフォーカシングを含むいくつかの主要なフォーカシング技法が存在する。アクティブフォーカシングは、電子撮像装置から合焦対象物に赤外光を照射することを含む。電子撮像装置内のフォト・センサは、合焦対象物から反射された赤外光を受け、それを送出された赤外光と比較して、電子撮像装置から合焦対象物までの距離を求める。その後、電子撮像装置内のレンズを、その距離に従って正しいフォーカス位置に設定することが可能となる。アクティブフォーカシングは、非常に高速であり得るが、電子撮像装置のコストを上昇させ、またいくつかの種類の合焦対象物ではうまく働かない。

【0005】

パッシブフォーカシングは、連続して画像を入力しながら、電子撮像装置内のレンズを調整し、画像どうしを比較して電子撮像装置がいつ正しくフォーカシングされたかを判定する。例えば、電子撮像装置は、画像内の隣接する画素間に最大強度差を生じるフォーカス位置を探索してもよい。パッシブフォーカシングは、高価で複雑な追加的構成要素を必要としないため、安価な撮像装置に好適である。しかし、従来のパッシブフォーカシングはアクティブフォーカシングよりもかなり遅い。この事態は、ほとんどの電子撮像装置におけるすでに長いディレイタイム（画像捕捉に際して生じる遅延）をさらに悪化させる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、パッシブフォーカシングに要する時間を短縮し、電子撮像装置のディレイタイムを短縮可能とすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一実施形態は、電子撮像装置をフォーカシングするために使用されるフォーカス視野を効果的に縮小することによって、電子撮像装置でパッシブフォーカシングに要する時間を短縮する。パッシブフォーカシングプロセス中、画像は相異なるフォーカス設定で繰り返し捕捉され、使用されたフォーカス設定のいずれが最良であるかを判定するために、最大コントラスト探索法のような適当な技法を用いて画像データが解析される。

【0008】

このパッシブフォーカシングプロセス中、画像は、電子撮像装置内のC M O S センサのようなランダムアクセス可能なフォト・センサを用い、フォーカス設定を変えながら捕捉される。パッシブフォーカシングプロセスが実行されているとき、画像は、その画像内でフォーカス変化に最も影響される少なくとも1つの領域を識別するために解析される。パッシブフォーカシングプロセスのために捕捉される後続の画像は、ランダムアクセス可能なフォト・センサ全体からではなく、最も影響される領域から捕捉される。（別法として、C C D のようなシーケンシャルアクセス可能なフォト・センサも、不要な画像データを捨てることにより使用可能である。）変化する領域を識別するプロセスは、フォーカシングプロセス中に繰り返し実行することが可能であり、前に捕捉した画像の、より大きな領域中から、より小さな領域を連続して選択し、サンプリングを行うことにより、処理されるデータの量を減らし、電子撮像装置でパッシブフォーカシングするのに必要な時間を短縮する。

【0009】

本発明の例示的実施形態は添付図面に示される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

10

20

30

40

50

図面および説明は、概して、フォーカシング中に使用するためサンプルされる画像のフォーカス視野を縮小することによって、自動フォーカシングが既存の従来の方法よりも格段に高速になり得る電子撮像装置を開示している。

【0011】

本明細書で使用される「フォーカス視野」という用語は、電子撮像装置が正しくフォーカシングされているかどうかを判定するために使用される電子画像内の1つまたは複数の領域を指す。

【0012】

電子撮像装置は、この撮像装置内のフォト・センサにより捕捉される画像データに基づいて正しいフォーカス設定を識別する任意の適当なフォーカスアルゴリズムを用いて自動的にフォーカシングされる。パッシブオートフォーカスプロセス中、電子撮像装置内のフォーカス設定を変更しながら、画像すなわちデータサンプルがフォト・センサから繰り返し捕捉される。データサンプルは、最適なフォーカス設定を判定するために、多くの種類のパッシブオートフォーカスアルゴリズムを用いて解析される。それらのアルゴリズムのほとんどはプロセッサの能力を集中的に必要とする計算を使用する。しかし、これらのプロセッサの能力を集中的に必要とする計算は、パッシブオートフォーカスプロセス中に解析されるデータサンプル内のフォーカス視野を縮小することによって格段に減らすことが可能となる。

【0013】

1つの例示的実施形態では、電子撮像装置はランダムアクセス可能なフォト・センサを有する。これは、フォト・センサの出力全体を読み出すことを必要とせずに、画像を部分的にフォト・センサから捕捉され得ることを意味する。フォト・センサから読み出される部分画像、すなわち部分領域は、連続して行われるデータサンプリング中に逐次縮小される。こうして、パッシブオートフォーカスプロセス中に、データ入力および処理の両方の時間が格段に短縮され得る。

【0014】

別の例示的実施形態では、電子撮像装置は電荷結合デバイス(CCD)のようなシーケンシャルアクセス可能なフォト・センサを有する。このフォト・センサでは画像全体のデータが読み出されなければならない。この実施形態では、フォーカス設定が連続して行われるときに、フォーカス設定が変えられる都度、画像全体が捕捉されるが、所望の縮小データサンプルを形成するために画像の部分が捨てられ、縮小データサンプルが、後で詳細に説明するように解析される。こうして、パッシブオートフォーカスプロセス中の処理時間が短縮され得る。

【0015】

パッシブオートフォーカシングしながら縮小されたフォーカス視野を使用する電子撮像装置は、フォト・センサおよびフォーカス調整可能レンズアセンブリを有するいかなる種類の撮像装置を備えてよい。本明細書では、縮小されたフォーカス視野を用い、高速化されたパッシブオートフォーカスプロセスはデジタルカメラに関して説明されるが、いかなる特定の種類の撮像装置(撮影装置、画像入力装置等)とともに使用することにも限定されないことに留意することが重要である。オートフォーカスプロセスについて詳細に説明する前に、フォト・センサおよびフォーカス調整可能レンズアセンブリを有する例示的なデジタルカメラについて説明する。

【0016】

ここで図1～図3を参照すると、例示的なデジタルカメラ10は、デジタルカメラ10により必要とされるさまざまなシステムおよび構成要素を収容するようなサイズのハウジング部分すなわち本体14を備える。例えば、本明細書に示され説明される実施形態では、本体14は、フォーカス調整可能レンズアセンブリ12、フォト・センサ80、フォト・センサ80により収集される画像データを記憶するためのストレージデバイス84、および画像データを処理およびデータフォーマットを設定する(以下、これを単に「フォーマットする」と表現する)ための画像処理システム82を収容するようなサイズを有する

10

20

30

40

50

。フォーカス調整可能レンズアセンブリ 12 は、光がデジタルカメラ 10 に入るように本体 14 に配置される。本体 14 はまた、電池のような電源を収容するようなサイズであってもよい。シャッタ制御ボタン 16、モードダイヤル 20、ズーム制御スイッチ 22、および必要に応じたその他のもの（例えば、24、26、および 30）のような制御ボタンが、本体 14 の外側に設けられる。デジタルカメラ 10 は、本体 14 の外側に取り付けられたフラッシュ 32 のような照明システムを有してもよい。ビューファインダ窓 34 および 36 ならびに表示装置 40 および 42 もまた本体 14 の外側に配置される。上記のシステムや装置等のそれぞれについて次に説明する。

【0017】

画像光（イメージライト）は、フォーカス調整可能レンズアセンブリ 12 を通ってデジタルカメラ 10 に入る。フォト・センサ 80 は、フォーカス調整可能レンズアセンブリ 12 によりフォト・センサ 80 にフォーカシングされる画像光を検出する。上記のように、1つの例示的実施形態では、フォト・センサ 80 は、CMOS センサ（100、図 4）のようなランダムアクセス可能なフォト・センサを備える。本明細書において「ランダムアクセス可能なフォト・センサ」という用語は、アレイ出力全体を読み出すことなく、アレイ中の一部からの出力が読み出し可能な、光を電気信号に変換する任意の種類の2次元光センサアレイを指すために使用される。例えば、CMOS センサでは、単一の画像要素（画素）または小さい画素群がアドレス可能かつ読み出し可能である。通常の CMOS センサでは、2次元アレイは個々のセルすなわち画素からなり、そのそれぞれが光への露出に応答して電荷を収集すなわち蓄積する。所与のセルすなわち画素に集積される電荷の量は露光の強度および継続時間に関連しているため、CMOS センサを用いて、CMOS センサにフォーカシングされる画像の明暗のスポットを検出することが可能である。

【0018】

本明細書で使用される画像光という用語は、可視光であるかそれ以外であるかにかかわらず、フォーカス調整可能レンズアセンブリ 12 によりフォト・センサ 80 の表面にフォーカシングされる光を指す。画像光は、本質的に3段階でデジタル信号に変換され得る。第1に、フォト・センサ内の各画素が、入射光を電荷に変換する。第2に、画素からの電荷がアナログ増幅器により増幅される。最後に、増幅されたアナログ電荷がアナログ-デジタル（A/D）変換器によりデジタル化され、増幅された電荷の電圧レベルを数値で表す。その後、デジタルデータは、所望により処理および/または記憶されることが可能である。

【0019】

CMOS センサでは、それぞれの画素ごとに、アナログ電荷を増幅し、センサを通して A/D 変換器への配線上に送出するいくつかのトランジスタが含まれ、それにより各画素は個別にアクセス可能である。CMOS センサ 100 内のアドレスバス 102 およびデータバス 104 は、個々の画素をアドレス指定し、読み出し可能に設けられる。

【0020】

ランダムアクセス可能なフォト・センサは、別法として、各領域の中では全部を読み出されなければならないが、領域ごとに個別にアクセス可能な、複数のシリアルアクセス可能な領域を有するセンサを備えてもよい。この例示的フォト・センサ 110 は図 5 に示されており、個別にアクセス可能な4個のセンサ領域 112、114、116 および 120 を有する。4個のセンサ領域 112、114、116 および 120 は互いに隣接し、結合して単一の画像を捕捉する。各センサ領域 112、114、116 および 120 は、シリアルデータライン 122、126、132、および 136 ならびにそれらに関連するクロック信号 124、130、134、および 140 によりアクセスされるかまたは読み出される。こうして、各領域は CCD のように全体として読み出されなければならないが、4個の領域は個別にアクセス可能であり、それにより画像の部分が読み出されることが可能である。

【0021】

別の例示的実施形態では、フォト・センサ 80 は CCD のようなシリアルアクセス可能

なフォト・センサを備えるが、他のデバイスも使用可能である。シリアルアクセス可能なフォト・センサからは、画像全体のデータが一度に読み出されなければならない。通常のCCDは、個別のセルすなわち画素のアレイを備え、そのそれぞれが、CMOSセンサの場合と同様に、光への露出に応答して電荷を収集すなわち蓄積する。CCDでは、各画素により集積される電荷はフォト・センサ全体にわたりシリアルにシフトされ、アレイの1つのコーナーで読み出され得ることから、画像全体が読み出されることが必要である。

【0022】

上で説明した、異なる種類のフォト・センサは、単に例示したのにすぎず、縮小フォーカス視野を有するパッシブフォーカシングアルゴリズムがいかなる特定の種類または構成のフォト・センサにも限定されないことを説明するために含まれている。フォーカシングアルゴリズムは、光を電気信号に変換するいかなる種類のフォト・センサにも適合可能であるが、より大きな利益はCMOSセンサのようなランダムアクセス可能なフォト・センサにより提供され得る。

【0023】

ストレージデバイス84は、フォト・センサ80により捕捉された画像データを記憶するために、デジタルカメラ10の本体14に配置される。ストレージデバイス84は、リムーバブルタイプの書き換え可能不揮発性メモリ、ランダムアクセスメモリ(RAM)、もしくは任意の他の磁気、光、または他の固体記憶媒体のような、任意の適当な種類のメモリを備える。

【0024】

画像処理システム82は、ストレージデバイス84への記憶の前または後のいずれかに、画像データを処理およびフォーマットするために、デジタルカメラ10の本体14に配置される。画像処理システム82は、マイクロプロセッサおよび関連するメモリを備えてよい。別法として、画像処理システム82は、特定用途向け集積回路(ASIC)のようなハードコードされたデバイスを備えてもよい。画像処理システム82は、他にも処理すべき内容があるが、とりわけ、画像表示装置42での表示用に画像をスケーリングするために画像データを処理する。例えば、画像処理システム82はフィルタリングおよびデモザイク(de-mosaic)機能を実行してもよい。

【0025】

フォーカス制御システム90は、以下で説明するように、フォーカス視野を縮小することを含むパッシブオートフォーカスプロセスを制御するために、デジタルカメラ10に設けられる。フォーカス制御システム90は、画像処理システム82と同じマイクロプロセッサまたはハードコードされたデバイスにより実施されることも可能であり、またはマイクロプロセッサおよびメモリ、ASIC、状態遷移機械(ステートマシン)およびプログラム可能読み出し専用メモリ(PROM)等のような、デジタルカメラ10内の別個の構成要素であってもよい。フォーカス制御システム90においてパッシブオートフォーカスプロセスを指示する命令は、メモリに記憶されたファームウェアコードを含んでもよく、もしくは制御システム90内にハードコードされてもよく、または任意の他の適当な所望の態様で実施されてもよい。

【0026】

画像表示装置42は、液晶ディスプレイ(LCD)または任意の他の適当な表示装置を備える。デジタルカメラ10上の英数字等の表示装置40もまた、LCDまたは任意の他の適当な表示装置を備え、ストレージデバイス84に捕捉されて記憶されることが可能な画像の数やデジタルカメラ10の現在のモードなどのようなステータス情報を示すために使用される。

【0027】

デジタルカメラ10はまた、オーディオシステムのような他の構成要素を含んでもよい。しかし、デジタルカメラは当技術分野で既知であり、本発明の教示を熟知した後であれば当業者により提供され得るので、本発明の一実施形態で利用されるデジタルカメラ10については、本発明の一実施形態で利用可能なさまざまな補助的システムおよびデバイス

10

20

30

40

50

(例えは、電池システムおよびストレージデバイス) とともに、本明細書ではこれ以上詳細には説明しない。

【 0 0 2 8 】

デジタルカメラ 1 0 の動作中、デジタルカメラ 1 0 は、モードダイヤル 2 0 のような制御部材のうちの 1 つによりオンオフされ、一齣または複数齣の撮影モードのようなモードが選択される。デジタルカメラ 1 0 は、フォーカス調整可能レンズアセンブリ 1 2 が被写体に向くように構えられる。被写体は、ビューファインダ 3 4 および 3 6 を通して、または画像表示装置 4 2 上で確認されてもよい。フォーカス調整可能レンズアセンブリ 1 2 がズームレンズである場合、焦点距離は、ズーム制御スイッチ 2 2 のような制御ボタンを押すことにより調整される。

10

【 0 0 2 9 】

シャッタ制御ボタン 1 6 が押されると、パッシブオートフォーカスプロセスがフォーカス制御システム 9 0 により開始され、フォーカス調整可能レンズアセンブリ 1 2 内のフォーカスレンズ要素は、合焦対象物からの画像光がフォト・センサ 8 0 にフォーカシング(結像)するように調整される。必要であれば、フラッシュ 3 2 が被写体を照明する。次に、フォト・センサ 8 0 は、フォーカス調整可能レンズアセンブリ 1 2 によりフォト・センサ 8 0 に導かれた画像光を電気的画像データに変換し、このデータはストレージデバイス 8 4 に記憶される。次に、画像処理システム 8 2 が画像データを処理し、捕捉された画像を表示装置 4 2 に表示する。

20

【 0 0 3 0 】

- パッシブオートフォーカスアルゴリズム -

電子撮像装置におけるフォーカス視野の縮小についての説明に進む前に、パッシブオートフォーカスアルゴリズムについて簡単に説明する。上記のように、電子撮像装置はいかなる特定のパッシブオートフォーカスアルゴリズムとともに使用することにも限定されず、多くの適当なアルゴリズムが知られている。したがって電子撮像装置(デジタルカメラ) 1 0 は、フォト・センサ 8 0 により捕捉されるデータに基づいてフォーカシングが適切に設定されているのを識別するいかなるパッシブオートフォーカスアルゴリズムを使用するようにも適合され得る。既存のパッシブオートフォーカスアルゴリズムは通常、あるフォーカス設定状態からそれとは異なるフォーカス設定状態にいたる範囲の中で、途中で画像を捕捉しながら、フォーカス調整可能レンズアセンブリ 1 2 を動かす。その後、どのフォーカス設定で最も鮮明な、すなわち適切にフォーカシングされた画像が得られるかを判定するために、画像が解析される。通常、パッシブオートフォーカスアルゴリズムは、どのくらい良好に画像がフォーカシングされているかを何らかの形で反映する数値を算出する。本明細書ではこの数値をフォーカス測度という。

30

【 0 0 3 1 】

いくつかの適用可能なパッシブオートフォーカスアルゴリズムが以下の論文に記載されている。すなわち、G. Ligthart, and F.C.A. Groen著 "A Comparison of Different Auto focus Algorithms," Proc. of IEEE Int. Conf. on Pattern Recognition, pp.597-600, 1982、Je-Ho Lee等著 "Implementation of a Passive Automatic Focusing Algorithm for Digital Still Camera," IEEE Trans. on Consumer Electronics, 41(3):449-454, Aug 1995、E. Krotkov著 "Focusing," Intl. Journal of Computer Vision, vol.1, no.3, October 1987, pp.223-237、および、M. Subbarao, T. Choi and A. Nikzad著 "Focusing Techniques," Proceedings SPIE, Boston, Massachusetts, Vol 1823, pp.163-174, November 1992。

40

【 0 0 3 2 】

本明細書に記載される電子撮像装置の例示的実施形態は、エッジ検出、特に T en en g r a d オートフォーカスアルゴリズムに基づくパッシブオートフォーカスアルゴリズムを使用するようになっている。このアルゴリズムは、画像内の各画素に Sobel 演算子のような演算子を乗じることによりエッジ検出マスクを適用して、画像内の水平および垂直勾配の強さを求める。Sobel 水平および垂直演算子、すなわちくりこみカーネルは

50

次の通りである。

【0033】

【数1】

$$i_x = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \text{ および } i_y = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

10

20

T enengrad オートフォーカスアルゴリズムにより計算されるフォーカス測度は勾配マグニチュードと呼ばれ、各画素ごとに次のように計算される。

$$S = i_x^2 + i_y^2$$

勾配マグニチュードは、次式のように画像部分についての勾配マグニチュードの和をとることにより、画像全体に対して（または画像の部分に対して）も計算され得る。

(S, S > Tについて)

30

ここで、Tは0のしきい値である。一般に、フォーカシングされる画像がより鮮明であるほど、エッジ、したがって勾配はより明確であり、画像はより大きいコントラストを有するため、結果として得られる全勾配マグニチュードは大きい。上記のようにT enengrad オートフォーカスアルゴリズムを Sobel 演算子とともに適用するため、サンプル画像が捕捉され、各画素に Sobel 演算子を乗じ、各画素ごとに勾配マグニチュードを計算した後、画像全体にわたって和をとることにより全勾配マグニチュードを生成する。電子撮像装置内のフォーカス設定は次の位置に移動され、新しい画像が捕捉され、その画像に対する全勾配マグニチュードが計算される。最適なフォーカス設定に近づくとサンプル画像の勾配マグニチュードは上昇し、最適なフォーカス設定を過ぎるとサンプル画像の勾配マグニチュードは下降し始めるであろう。

40

【0034】

本明細書において「最適なフォーカス設定」という用語は、許容できると判定されるフォーカス設定を指すために使用される。これは必ずしも、可能な最良のフォーカス設定であるとは限らない。というのは、可能な最良のフォーカス設定はある程度主観的であり、異なるパッシブオートフォーカスアルゴリズムが異なるフォーカス設定を最適であると識別する可能性があるからである。

【0035】

- フォーカス視野縮小 -

次に、パッシブオートフォーカスプロセスを高速化するために使用されるフォーカス視

50

野縮小についてさらに詳細に説明する。サンプル画像が捕捉され、各画像についてフォーカス測度を求めるために解析されるとき、フォーカス視野、すなわち各サンプル画像内の画素数が縮小される。これは、各フォーカス設定における各サンプル画像に対するフォーカス測度を計算する際に解析しなければならないサンプルデータの量を大幅に減らすことができる。

【0036】

フォーカス視野を縮小するため、各画像内でフォーカス（焦点調節状態）変更により影響される画素または画素群が識別される。画像の内容によっては、雲のない空の画像の部分を構成する画素のようにフォーカス状態判定に役立つ特徴物を含まないものでは、ある画素はフォーカス変更による実質的な影響を受けないこともあるが、前景の被写体の画像を構成する他の画素はフォーカス変更により大きく影響されることがある。視界内のすべての物体が狭い被写界深度内に位置するような他の画像では、すべての画素がフォーカス変更によりある程度影響されるかもしれない。この場合、フォーカス変更により最も影響される画素が、フォーカス測度を計算する際に使用するために識別されることになる。

10

【0037】

フォーカス変更により最も影響されにくい画素を捨てることにより、フォーカス測度は、全画像のうちの小部分について計算されるため、フォーカス測度計算は大幅に単純化および高速化される。

20

【0038】

フォーカス変更によりどの画素が最も影響されるかを識別するために使用される方法は、使用されるパッシブオートフォーカスアルゴリズムによって決まる。本明細書に記載される例示的実施形態では、フォーカス変更により最も影響される画素は、一連の画像サンプル内の画素または領域についての差分フォーカス測度を計算することによって識別される。差分フォーカス測度は、連続する画像サンプル間で画素または領域についての勾配マグニチュードの差の絶対値を単にとることにより計算され得る。したがって、画素または領域が2つの連続する画像サンプル間で実質的に同一である場合、すなわちその画素または領域が2つのサンプル間でフォーカス変更により影響されていない場合、差分フォーカス測度は0に近くなりうる。フォーカス変更により大きく影響される画素または領域の場合、差分フォーカス測度はより大きくなりうる。これは、その特定の画素または領域がフォーカス変更によってより強く影響されており、後のフォーカス測度計算に含める対象としての良い候補であることを示している。

30

【0039】

フォーカス変更により影響される画素または領域を識別する他の適宜の方法も使用可能である。例えば、他のパッシブオートフォーカスアルゴリズムは、影響される画素を識別する他の方法につながる他の種類のフォーカス測度を生成するかもしれない。影響される画素を識別する1つの代替方法は、フォーカス測度に対してではなく画像データに対して直接作用する。この代替方法では、後続フレーム内の画素値どうしの差の絶対値が計算され得る。

40

【0040】

領域がフォーカス変更により影響されていると識別する方式としては、所望されるいかなる方式を用いてもよい。例えば、領域ごとの差分フォーカス測度を最高から最低までソートし、最高の差分フォーカス測度を有する領域を選択してもよい。別法として、領域ごとの差分フォーカス測度に対して所定のしきい値または百分率を設定し、ある領域の差分フォーカス測度がある一定値、またはその画像内の最大領域差分フォーカス測度のある一定百分率を超える場合に、その領域はフォーカス変更により影響されていると識別されるようにしてよい。

【0041】

画像内の対象エリア内に上述したような領域があるかどうかというような他の情報もまた、後のフォーカス測度計算で使用するためのフォーカス領域を選択するときに考慮に入れてよい。任意の所与の画像内には、フォーカス変更により影響される領域が複数存在す

50

る可能性があり、対象エリア内の領域に優先順位が与えられてもよい。画像フレームのある一定のエリアに対して他のエリアに比して重みづけすることは、本来フォーカス対象とすべき被写体が大ぼけしているような状況で、フォーカス変更にともなってフォーカス測度が変化するくらいに近いところまでフォーカシングされる前の段階で、その被写体を含む領域が、フォーカス測度差分が小さかったために捨てられてしまう（フォーカシングの対象から外されてしまう）ことを防ぐのに役立ち得る。例えば、フレーム（撮影範囲）の中心付近のフォーカススポットは、フレームの周辺部よりも強く重みづけされてよい。したがって、2つの領域、すなわち、フレームの中心付近の領域および周辺部付近の領域双方がフォーカス変更により影響される場合、フレームの中心付近の領域を選択するほうが、たとえ周辺付近の領域よりも中心付近の領域の方がフォーカス変更による影響が少なかつたとしても、より良い結果を得られる可能性がある。また、パッシブオートフォーカスアルゴリズムの対象として、複数の領域を選択することも有効であり得る。

10

【0042】

電子撮像装置10はまた、フォーカス視野縮小をオンまたはオフにする機能、最小許容領域サイズ、および画像内のエリアの重みづけのような、領域選択をユーザが設定可能としてもよい。

【0043】

フォーカス視野縮小は図6A～図6Cに例示されている。図6Aは、地平線164により分割された、特徴（コントラスト）のない空190および前景192の中の樹木162の画像160の図示を含む。画像160は、電子撮像装置10内のフォト・センサ80の出力全体を含む。図6Bに示されているように、画像160は、領域170、172、174および176に分割されることが可能であり、各領域170、172、174および176ごとにフォーカス測度が計算される。フォーカス変更により最も影響される領域を選択するため、各領域170、172、174および176ごとに1つずつの、4つの差分フォーカス測度が計算される。これらの4つの差分フォーカス測度を計算するため、全画像160の2つのサンプルが、それぞれ異なるフォーカス設定（焦点調節状態）で捕捉される。その結果、2個のサンプルのそれぞれの各領域ごとに1つずつ、計8個のフォーカス測度が計算される。続いて2個のサンプル画像の各領域についてフォーカス測度の差の絶対値が計算される。その後、結果として得られる4つの差分フォーカス測度は最大の、すなわちフォーカス変更により最も影響される領域のものを識別するために比較され得る。

20

【0044】

図6A～図6Cの例示的画像の場合、画像160の左上象限の領域170は、フォーカス変更により最も影響される可能性が高い。というのは、それが樹木162の大部分を含むからである。特徴のない空190は、フォーカス変更により影響される多くのエッジを含む可能性が低い。前景192は大きいが、広範囲の距離範囲にわたり広がっている。したがって、サンプル間でフォーカス変更により一度に大きく影響されるのはその一部のみであろう。さらに、本明細書で説明されるオートフォーカシングのエッジ検出方法を使用すると、前景192は、フォーカシングのための良好な被写体であるためには、多くのエッジまたは高いコントラストを含む必要がある。こうして樹木162は、画像160内で最大の差分フォーカス測度を生じる可能性が高く、しかも樹木は左上領域170に大部分含まれている。換言すると、フォーカス変更により影響される画素の大多数は左上領域170に位置する。

30

【0045】

捕捉される第3のサンプル画像は、左上領域170からの画像データのみを含んでいればよく、ランダムアクセス可能なフォト・センサ80が使用されるか否かに応じて、残りの領域172、174、および176からの画像データは、フォト・センサ80がランダムアクセス可能であれば読み出されず、ランダムアクセス不能であれば読み出した後に捨てられる。

40

【0046】

50

図 6 C に示されているように、フォーカス視野は、繰り返し縮小され得る。左上領域 170 は再び細分され、4 個の新しい象限 180、182、184 および 186 が生成される。左上領域 170 からの第 3 のサンプル内の画像データは、左上領域 170 からの第 2 のサンプル内の画像データと比較され、4 個の新しい象限 180、182、184 および 186 に対するフォーカス測度および差分フォーカス測度が、第 2 および第 3 のデータサンプルに基づいて生成される。次に、4 個の新しい象限 180、182、184 および 186 に対する新しい差分フォーカス測度を比較することによって、新しい小領域が選択され得る。この場合、樹木 162 の大部分は新しい象限 186 内にあるため、それがフォーカス変更により最も影響されると識別される可能性が高い。第 4 のフォーカス設定での第 4 のデータサンプルは、全画像 160 の画像データの 1/6 分の 1 だけである新しい象限 186 からの画像データを含んでいればよい。こうして、パッシブオートフォーカスプロセスは、処理されるデータの量を大幅に減らすことによってずっと高速になり得る。

10

【0047】

上記のように、フォーカス視野縮小は、フォーカシングプロセス中に所望により繰り返してもよく、または 1 回だけ実行してもよい。フォーカス視野縮小の繰り返しは再帰的に実行され得る。その場合、より大きい前の領域から、より小さい領域が引き続き選択される。フォーカス視野縮小が繰り返し実行される場合、フォーカス領域が縮小され過ぎないように最小領域サイズを設定してもよく、それにより、使用される各データサンプルが正確なフォーカス計算に十分な大きさのフォーカス視野を有することが保証される。

20

【0048】

図 6 A ~ 図 6 C に示した例はフォーカス視野を狭めるために一つ前のステップにおける領域をさらに 4 分割しているが、このときの分割数を 16 とするなど、他の方法で画像 160 を分割するほうがより効率的である可能性もある。分割数は、処理の速度および効率を向上させるように選択され得る。分割数が大きくなると、フォーカシングプロセスで使用される画像データの量はより急速に減少するが、差分フォーカス測度の計算および比較に伴う処理がわずかに複雑になる可能性がある。

30

【0049】

なお、画像データの新たに識別される小領域を、差分フォーカス測度の計算用に前に記憶されたより大きい領域から取り出すことができる限り、パッシブオートフォーカスプロセス中にフォーカス視野を縮小することは、いかなる追加的なデータサンプルを捕捉することも必要としないことに留意されたい。例えば、図 6 A で 2 個の全画像が異なるフォーカス設定で捕捉され、結果として 4 個の差分フォーカス測度が得られる。捕捉される第 3 のデータサンプルは、図 6 B に示される左上領域 170 のみから、第 3 のフォーカス設定で取ればよい。このとき、第 2 のデータサンプルの画像データがメモリから取り出され、4 個のより小さい象限 180、182、184 および 186 に分割される場合、追加的データサンプルを捕捉することを必要とせずに、その画像データを左上領域 170 から取られた第 3 のデータサンプルと比較することができる。

30

【0050】

メモリ使用量は、画像データがもはや不要になり次第、電子撮像装置 10 内のメモリからその画像データを削除することによって最適化され得る。画像データがいつ削除され得るかに関する詳細は、領域がどのように選択されるか、領域が規則的形状を有するかそれとも不規則な形状を有するか、およびフォーカス視野縮小が 1 段階で実行されるか、それとも繰り返し行われるかに左右される。例えば、上で説明し図 6 A ~ 図 6 C に示した例では、それぞれの後続のフォーカス設定でフォーカスが改善される（合焦状態に近づく）と仮定すると、フォーカス測度および差分フォーカス測度が最初の 2 つのサンプルについて計算され次第、第 1 のサンプルは削除されてよい。また、左上象限 170 がオートフォーカスプロセスで使用するための次の領域として選択され次第、第 2 のサンプル内の残りの 3 つの領域からのデータはメモリから削除されてよい。以下同様である。

40

【0051】

図 6 A ~ 図 6 C の例は、四角形などの規則的形状を有する領域を選択する例を示してい

50

た。別法として、不規則形状の領域すなわち画素群がオートフォーカスプロセスに含めるために選択されてもよい。これらの領域すなわち画素群もまた、例えば上記のような差分フォーカス測度を使用することによって、フォーカス変更により最も影響されるものを識別することにより選択される。ここで図7Aを参照すると、支柱204上の一時停止(stop)標識202の画像200が示されている。図7Bに示す不規則領域206を選択するために、差分フォーカス測度が画像200内の各画素ごとに計算される。不規則領域206の形状は、どのようなパッシブオートフォーカスアルゴリズムが使用されるかに応じて異なり得る。Tenengradエッジ検出アルゴリズムを使用している本例では、フォーカス変更により影響される不規則領域206は、一時停止標識202および支柱204のエッジを包囲する部分となる。

10

【0052】

不規則領域206に含まれる画素は、フォーカス変更により影響されるかどうかに基づいて、所望のいかなる方式で選択されてもよい。例えば、差分フォーカス測度に対して所定のしきい値または百分率を設定し、画素に対する差分フォーカス測度が、ある一定値、またはその画像内の最大差分フォーカス測度のある一定百分率を超える場合に、その画素は不規則領域206に含まれるようにしてもよい。

【0053】

なお、図7Bに示したような不規則領域は、CCDのようなシリアルアクセス可能なフォト・センサでは単独で、すなわち不要な画像データも捕捉することなしには、捕捉することはできないであろう。不規則領域は、画像全体を読み出し、不要な画像データを捨てることにより取り出されるものではあるが、CMOSセンサのようなランダムアクセス可能なフォト・センサを使用すると最も効率的である。さらに、画像データがランダムアクセス可能なフォト・センサからどのように取得されるかに応じて、不規則形状領域のエッジおよび枝葉(派生部分)を切り落とすことによってやや規則的な形状の領域を作成することにより、ロック読み出し操作を可能にすることが有利となり得る。

20

【0054】

図7Aのサンプル画像200の例示的な露光画像データ、フォーカス測度および差分フォーカス測度を図8A～図8Gのマトリクスに示す。例示的な露光画像データは、わずか256個の画素を有する8ビット階調白黒画像からなるように大幅に単純化されていることに留意されたい。実際のカラー画像データははるかに複雑であり、赤、緑および青(RGB)成分と、24ビットまたはそれより大きいビット幅の数百万個の画素を有する。しかし、実際の露光画像データの処理は、既存のパッシブオートフォーカスアルゴリズムについて既知であり、差分フォーカス測度計算は、いかなるパッシブオートフォーカスアルゴリズムにも適応し得る。

30

【0055】

例示的な一時停止標識202および支柱204は背景よりも明るいため、図8Aのマトリクスに見られる露光画像データは、一時停止標識202および支柱204を含むエリア220のデータのほうが背景222のデータよりも大きい。一時停止標識202および支柱204は13～19の値の範囲の露光画像データを有するのに対して、背景は1～3の値の範囲の露光画像データを有する。なお、一時停止標識202および支柱204は、図8Aに示されるものでは鮮鋭にフォーカシングされていないため、それらの周りに、背景と一時停止標識202および支柱204との間のぼやけた領域から生じた5～7の値の範囲の露光画像データ値を有する縁が存在する。

40

【0056】

図8Aの画像データに対する例示的なフォーカス測度(今の場合、勾配マグニチュード)を図8Bのマトリクスに示す。図8Bのマトリクスはくりこみカーネル(上記の Sobel演算子)を用いて計算されたため、列A(224)および列P(226)ならびに行1(230)および行16(232)を含む外側マトリクス位置は空白のままである。図8Bのマトリクス内でそれぞれ計算されたフォーカス測度は、図8Aの画像データにおいて計算されたフォーカス測度の位置を包囲する8個の画素に基づいている。図8Bのマト

50

リクスにおいて外縁に位置する画素の場合、その画素を包囲する四つの辺のうち、一部の辺を形成する画素が存在しないため、外側マトリクス位置についてはフォーカス測度は計算されていない。これらのマトリクス位置についてフォーカス測度を計算するためのさまざまな方法が存在するが、それらは、パッシブオートフォーカシング中に電子撮像装置内でフォーカス視野を縮小することについての今の説明には重要ではない。

【0057】

例示的実施形態により使用されるエッジ検出オートフォーカシング技法によれば、背景 222、ならびに一時停止標識 202 および支柱 204 を含むエリア 220 の内部のような、エッジが現れないエリアでは、低いフォーカス測度（例えば 0）が生じることに留意されたい。より高いフォーカス測度（例えば、1 ~ 256）は、一時停止標識 202 および支柱 204 のエッジに現れる。結果として得られる全勾配マグニチュード、すなわち図 8A の画像全体に対するフォーカス測度は 5859 である。

【0058】

画像の第 2 のサンプルが第 2 のフォーカス設定で捕捉される。その例示的画像データを図 8C のマトリクスに示す。一時停止標識 202 および支柱 204 は依然として 13 ~ 19 の値の範囲の画像データを有し、背景は依然として 1 ~ 3 の値の範囲の画像データを有する。しかしこのサンプルでは、画像はより鮮明にフォーカシングされているため、背景 222 と一時停止標識 202 および支柱 204 との間にぼやけた縁は存在しない。したがって、図 8C の画像データから計算された図 8D のマトリクスに示されるフォーカス測度は、より鮮明なエッジを示している。なお、フォーカス測度値の範囲は、一時停止標識 202 および支柱 204 について 1 ~ 264 の範囲であり、ほぼ同一であるが、大きいマグニチュード（例えば、100 を超えるマグニチュード）を有するフォーカス測度が多くなっていることに留意されたい。全勾配マグニチュード、すなわち図 8C の画像全体に対するフォーカス測度は 7558 であり、図 8A の場合より鮮明にフォーカシングされている（7558 > 5859）ことを示している。

【0059】

図 8A および図 8C の画像に対する差分フォーカス測度を図 8E のマトリクスに示す。これらは、図 8B と図 8D のフォーカス測度の差の絶対値をとることにより計算される。0 より大きい差分フォーカス測度は、図 8A および図 8C に示した第 1 と第 2 の画像の間のフォーカス設定の変更により影響された画素を示している。上記のように、領域は、さまざまな態様でこれらの影響された画素に基づいて選択され得る。

【0060】

図 8F のマトリクスは、規則的形状を有するフォーカス領域 250、252、254、256 の選択によるフォーカス視野縮小を例示している。画像は、左上 250、右上 252、左下 254 および右下 256 の、規則的形状を有する 4 象限に分割されている。差分フォーカス測度が 4 個の象限 250、252、254 および 256 のそれぞれについて計算される。差分フォーカス測度は、左上象限 250 では 375、右上象限 252 では 536、左下象限 254 では 516、そして右下象限 256 では 1715 である。したがって、期待されるように、一時停止標識 202 および支柱 204 のエッジ上の画素の大多数を含む右下象限 256 が最高の差分フォーカス測度を有する。それゆえ、右下象限 256 が対象エリア内にあるかどうか等のような他の要因にもよるが、おそらく右下象限 256 が後のサンプルで使用するためのフォーカス領域として選択されるであろう。

【0061】

図 8G のマトリクスは、不規則形状を有するフォーカス領域の選択によるフォーカス視野縮小を例示している。この例では、50 パーセントというしきい値百分率が使用されている。画像内の最大差分フォーカス測度の 50 パーセントより大きい差分フォーカス測度を有する画素が、不規則フォーカス領域に含められることになる。最大差分フォーカス測度は 143 であるので、50 パーセントレベルは 71.5 である。したがって、72 以上の差分フォーカス測度を有する画素が選択されることになる。（これらは、図 8G のマトリクスにおいて強調された縁 260 で示されている。）なお、全画素数が 256 個だけ

10

20

30

40

50

あるこの例示的画像では、不規則フォーカス領域は非連結部分を含むことに留意されたい。ずっと多数の画素を有する実際の画像では、不規則フォーカス領域は、選択された画素の、より大きい隣接ブロックを含む可能性が高くなる。しかし、上記のように、不規則フォーカス領域の部分は、フォト・センサ 80 からの画像データの読み出しを単純化するために、またバッシブオートフォーカスアルゴリズムにおける計算を管理するために、所望に応じて選択され得る。

【0062】

次に図 9 を参照して、フォーカス視野を縮小することを含む、電子撮像装置におけるオートフォーカス動作について要約する。いくつかのデータサンプルが、電子撮像装置内の少なくとも 1 つのフォト・センサの領域から捕捉される (270)。データサンプルが捕捉される (270) と、フォーカス設定が電子撮像装置内で変更される。複数のデータサンプルが捕捉されている間に、データサンプルが捕捉される領域のサイズが縮小される (272)。領域サイズは、所望であれば繰り返し縮小され得る (270)。データサンプルは、最適なフォーカス設定を識別するために解析される (274)。上記のように、このプロセスは、最適なフォーカス設定が識別されるまで継続する。理解されるべきであるが、図 9 の流れ図中のいかなるブロックまたはプロセスステップも、プロセス内の特定の論理機能またはステップを実施するための 1 つまたは複数の実行可能な命令を含むモジュール、セグメント、もしくはコードのブロックまたは電子的ハードウェアを表し得る。特定の例示的なステップが記載されているが、代替実施形態も可能であることに留意することが重要である。例えば、ステップは、所望される機能に応じて、一部または全部を並行して行うこととを含めて、図示のものとは異なる順序で実行され得る。

【0063】

こうして、メモリを大幅に増大させる必要もなく、電子撮像装置に複雑なハードウェアを追加することなしに、フォーカシングプロセスで使用されるデータサンプルのフォーカス視野を縮小することによって、電子撮像装置内の自動フォーカシングプロセスを従来のオートフォーカスアルゴリズムよりも格段に高速にすることが可能となる。

【0064】

本明細書では本発明の例示的実施形態について詳細に説明したが、本発明の概念は他の方法でもさまざまに具現化され使用され得ること、そして添付の特許請求の範囲は従来技術による限定を除きこのようなさまざまな変形を含むように解釈されるべく意図されていることが理解されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【0065】

【図 1】フォーカス調整可能レンズを有する電子撮像装置（デジタルカメラ）の例示的実施形態の前面斜視図である。

【図 2】図 1 の電子撮像装置の例示的実施形態の後面斜視図である。

【図 3】電子撮像装置の例示的実施形態のブロック図である。

【図 4】単一のランダムアクセス可能なフォト・センサの実施形態の図である。

【図 5】単一の統合された画像を捕捉するように結合した複数の隣接するフォト・センサの実施形態の図である。

【図 6 A】電子撮像装置の実施形態により生成される例示的画像の図である。

【図 6 B】矩形フォーカス領域に分割された、図 6 A の例示的画像の図である。

【図 6 C】さらに小さい矩形フォーカス領域に分割された、図 6 A および図 6 B の例示的画像の図である。

【図 7 A】電子撮像装置の実施形態により生成される例示的画像の図である。

【図 7 B】より小さい不規則フォーカス領域が識別された、図 7 A の例示的画像の図である。

【図 8 A】電子撮像装置の実施形態により生成される例示的画像データを含むマトリクスである。画像データは第 1 のフォーカス設定で捕捉されている。

【図 8 B】図 8 A の画像データに基づく例示的なフォーカス測度データを含むマトリクス

である。フォーカス測度データは T e n e n g r a d エッジ検出パッシブオートフォーカスアルゴリズムにより生成されている。

【図 8 C】電子撮像装置の実施形態により生成される第 2 の例示的画像データを含むマトリクスである。画像データは第 2 のフォーカス設定で捕捉されている。

【図 8 D】図 8 C の画像データに基づく例示的なフォーカス測度データを含むマトリクスである。フォーカス測度データは T e n e n g r a d エッジ検出パッシブオートフォーカスアルゴリズムにより生成されている。

【図 8 E】図 8 B および図 8 D のフォーカス測度データに基づく差分フォーカス測度を含むマトリクスである。

【図 8 F】図 8 E の差分フォーカス測度に基づく矩形フォーカス領域の選択を示すマトリクスである。 10

【図 8 G】図 8 E の差分フォーカス測度に基づく不規則フォーカス領域の選択を示すマトリクスである。

【図 9】電子撮像装置をフォーカシングするための例示的動作の流れ図である。

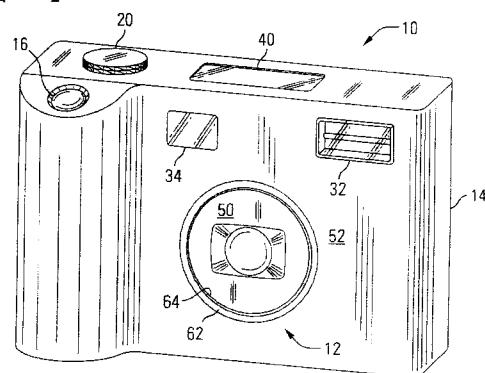
【符号の説明】

【0 0 6 6】

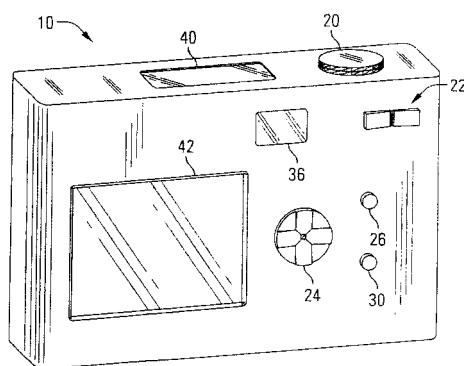
- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| 1 0 | 電子撮像装置 (デジタルカメラ) |
| 1 2 | フォーカス調整可能レンズアセンブリ |
| 8 0 | フォト・センサ |
| 8 2 | 画像処理システム |
| 8 4 | ストレージデバイス |
| 9 0 | フォーカス制御システム |
| 1 0 0 | フォト・センサ (C M O S センサ) |
| 1 6 0 、 2 0 0 | 画像 |
| 1 7 0 、 1 7 2 、 1 7 4 、 1 7 6 | 領域 |
| 1 8 0 、 1 8 2 、 1 8 4 、 1 8 6 | 象限 |

20

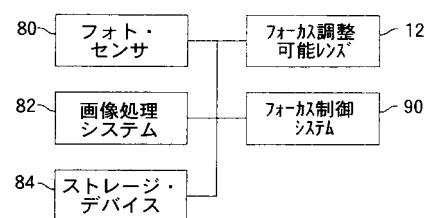
【図 1】



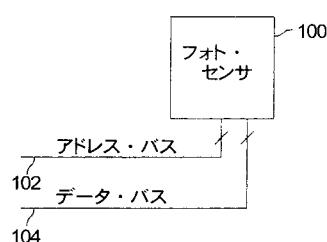
【図 2】



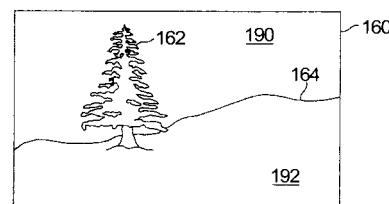
【図 3】



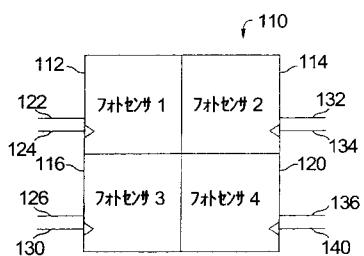
【図 4】



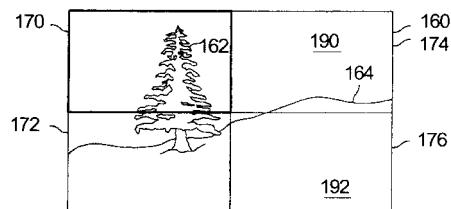
【図 6 A】



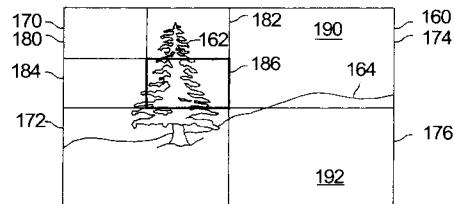
【図 5】



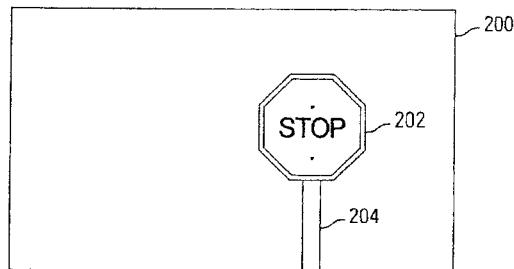
【図 6 B】



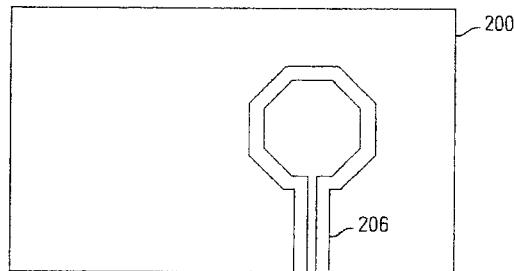
【図6C】



【図7A】



【図7B】



【図8B】

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P		
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4		
2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4		
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3		
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	7	7	7	5	3	3		
5	2	3	3	3	3	3	3	5	7	18	18	18	18	7	5	3		
6	2	2	3	3	3	5	7	18	18	18	18	18	18	7	5	3		
7	2	2	2	2	3	2	7	18	18	19	19	19	18	18	7	3		
8	2	2	2	2	2	2	7	18	18	19	19	19	18	18	7	3		
9	2	2	2	2	2	2	8	18	18	18	18	18	18	18	18	7	2	
10	2	2	2	2	2	2	5	8	18	18	18	18	18	18	18	7	5	2
11	1	2	2	2	2	1	1	5	7	18	18	18	18	7	5	2	2	
12	1	1	1	1	1	1	1	1	7	13	13	13	7	2	2	2		
13	1	1	1	1	1	1	1	1	7	13	13	13	7	2	2	2		
14	1	1	1	1	1	1	1	1	7	13	13	13	7	2	2	2		
15	1	1	1	1	1	1	1	1	7	13	13	13	7	1	2	2		
16	1	1	1	1	1	1	1	1	7	13	13	13	7	1	1	2		

【図8A】

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	
2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	18	18	18	18	3	3	
6	2	2	3	3	3	3	3	3	18	18	18	18	3	3	3	
7	2	2	2	2	3	2	3	18	18	19	19	19	18	18	3	3
8	2	2	2	2	2	2	2	18	18	19	19	19	18	18	3	3
9	2	2	2	2	2	2	2	18	18	18	18	18	18	18	3	2
10	2	2	2	2	2	2	2	18	18	18	18	18	18	18	2	2
11	1	2	2	2	2	1	1	1	18	18	18	18	18	2	2	2
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	13	13	13	2	2	2
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	13	13	13	2	2	2
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	13	13	13	2	2	2
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	13	13	13	7	1	2
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	13	13	13	7	1	2

【図8C】

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	
2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	18	18	18	18	3	3	
6	2	2	3	3	3	3	3	3	18	18	18	18	18	3	3	
7	2	2	2	2	3	2	3	18	18	19	19	19	18	18	3	3
8	2	2	2	2	2	2	2	18	18	19	19	19	18	18	3	3
9	2	2	2	2	2	2	2	18	18	18	18	18	18	18	3	2
10	2	2	2	2	2	2	2	18	18	18	18	18	18	18	2	2
11	1	2	2	2	2	1	1	1	1	18	18	18	18	2	2	2
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	13	13	13	2	2	2
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	13	13	13	2	2	2
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	13	13	13	2	2	2
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	13	13	13	7	1	2
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	13	13	13	7	1	2

【図 8 D】

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1																
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	14	14	0	14	14	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	14	126	56	0	56	126	14	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	16	126	132	16	0	16	132	126	14	0
7	0	0	0	0	0	0	144	232	20	0	0	0	20	225	126	0
8	0	0	0	0	0	0	256	248	0	0	0	0	0	225	232	0
9	0	0	0	0	0	0	32	264	20	0	0	0	18	232	138	0
10	0	0	0	0	0	0	12	156	162	18	0	16	144	138	16	0
11	0	0	0	0	0	0	18	248	132	0	15	217	16	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	175	175	0	150	150	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	144	144	0	121	121	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	144	144	0	121	126	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	144	144	0	126	138	0	0	0	0
16																

222

220

【図 8 E】

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1																
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
4	0	0	0	0	0	0	4	13	0	0	13	4	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	4	19	21	20	0	20	21	19	4	0
6	0	0	0	0	0	4	26	21	51	7	0	7	51	21	25	0
7	0	0	0	0	0	14	25	100	8	0	0	8	93	24	0	0
8	0	0	0	0	0	25	0	133	0	0	0	0	0	104	0	0
9	0	0	0	0	0	25	44	143	13	0	0	9	100	31	0	0
10	0	0	0	0	0	7	52	46	94	11	0	9	68	28	36	0
11	0	0	0	0	0	12	42	104	83	0	66	73	33	7	0	0
12	0	0	0	0	0	1	36	25	123	0	98	18	25	0	0	0
13	0	0	0	0	0	36	0	108	0	85	0	25	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	36	0	108	0	85	0	25	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	36	0	108	0	90	0	27	0	0	0	0
16																

222

220

【図 8 F】

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1																
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
4	0	0	0	0	0	0	4	13	0	0	13	4	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	4	19	21	20	0	20	21	19	4	0	0
6	0	0	0	0	0	4	26	21	51	7	0	7	51	21	25	0
7	0	0	0	0	0	14	25	100	8	0	0	8	93	24	0	0
8	0	0	0	0	0	25	0	133	0	0	0	0	104	0	0	0
9	0	0	0	0	0	25	44	143	13	0	0	9	100	31	0	0
10	0	0	0	0	0	7	52	46	94	11	0	9	68	28	36	0
11	0	0	0	0	0	12	42	104	83	0	66	73	33	7	0	0
12	0	0	0	0	0	1	36	25	123	0	98	18	25	0	0	0
13	0	0	0	0	0	36	0	108	0	85	0	25	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	36	0	108	0	85	0	25	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	36	0	108	0	90	0	27	0	0	0	0
16																

250

252

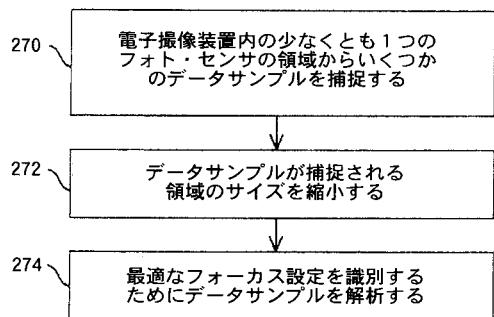
256

【図 8 G】

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1																
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	4	13	0	0	0	13	4	0	0
5	0	0	0	0	0	0	4	19	21	20	0	20	21	19	4	0
6	0	0	0	0	0	4	26	21	51	7	0	7	51	21	25	0
7	0	0	0	0	0	14	25	100	8	0	0	8	93	24	0	0
8	0	0	0	0	0	25	0	133	0	0	0	0	0	104	0	0
9	0	0	0	0	0	25	44	143	13	0	0	9	100	31	0	0
10	0	0	0	0	0	7	52	46	94	11	0	9	68	28	36	0
11	0	0	0	0	0	12	42	104	83	0	66	73	33	7	0	0
12	0	0	0	0	0	1	36	25	123	0	98	18	25	0	0	0
13	0	0	0	0	0	36	0	108	0	85	0	25	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	36	0	108	0	85	0	25	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	36	0	108	0	90	0	27	0	0	0	0
16																

250

【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 ウィリアム アール . フオス
アメリカ合衆国 コロラド 80526 フォート・コリンズ ブルーゲート・コート 1709
Fターム(参考) 2H011 AA03 BA31 BB04
2H051 AA00 BA41 CE01 CE16 DA03 DA04 DA10
5C022 AA11 AA13 AB26