

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6579350号
(P6579350)

(45) 発行日 令和1年9月25日(2019.9.25)

(24) 登録日 令和1年9月6日(2019.9.6)

(51) Int. Cl. F I
G06T 7/571 (2017.01) G O 6 T 7/571
H04N 5/232 (2006.01) H O 4 N 5/232 2 9 0

請求項の数 17 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2018-505430 (P2018-505430)	(73) 特許権者	000002185
(86) (22) 出願日	平成28年8月5日(2016.8.5)		ソニー株式会社
(65) 公表番号	特表2018-525742 (P2018-525742A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公表日	平成30年9月6日(2018.9.6)	(74) 代理人	100092093
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/045841		弁理士 辻居 幸一
(87) 国際公開番号	W02017/034784	(74) 代理人	100067013
(87) 国際公開日	平成29年3月2日(2017.3.2)		弁理士 大塚 文昭
審査請求日	平成30年2月1日(2018.2.1)	(74) 代理人	100109070
(31) 優先権主張番号	14/832, 781		弁理士 須田 洋之
(32) 優先日	平成27年8月21日(2015.8.21)	(74) 代理人	100109335
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		弁理士 上杉 浩
		(74) 代理人	100120525
			弁理士 近藤 直樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガウス近似のラプラシアンに基づく単一画像からのデフォーカス量推定

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

装置の非一時的メモリにプログラムされた方法であって、

- a . 画像を取得するステップと、
 - b . 前記画像のガウシアン差分を計算することによって前記画像のガウシアンのラプラシアンを計算するステップと、
 - c . 前記画像の前記ガウシアン差分に基づいて、反復畳み込みを用いて前記画像の推定デフォーカス量を決定するステップと、
 - d . 反復数を所定の閾値と比較することを含む、前記画像の焦点を検出するステップと、
- を含むことを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記推定デフォーカス量は、ルックアップテーブルを用いて決定される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記反復数が前記閾値よりも小さい場合、前記画像の焦点が合っている、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記画像のノイズを除去するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記装置は、パーソナルコンピュータ、ラップトップコンピュータ、コンピュータワークステーション、サーバ、メインフレームコンピュータ、ハンドヘルドコンピュータ、携帯情報端末、セルラー/携帯電話機、スマート家電、ゲーム機、デジタルカメラ、デジタルカムコーダ、カメラ付き携帯電話機、スマートフォン、ポータブル音楽プレーヤ、タブレットコンピュータ、モバイル装置、ビデオプレーヤ、ビデオディスクライタ/プレーヤ、高精細ディスクライタ/プレーヤ、超高精細ディスクライタ/プレーヤ、テレビ、家庭用エンターテインメントシステム、又はスマートウォッチを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

装置のメモリにプログラムされたシステムであって、
 a . 画像を取得するように構成された取得モジュールと、
 b . 前記画像のガウシアン差分を計算することによって前記画像のガウシアンラプリアンを計算するように構成された計算モジュールと、
 c . 前記画像の前記ガウシアン差分に基づいて、反復畳み込みを用いて前記画像の推定デフォーカス量を決定するように構成された決定モジュールと、
 d . 反復数を所定の閾値と比較し、前記画像の焦点を検出するよう構成された検出モジュールと、
 を備えることを特徴とするシステム。

【請求項 7】

前記推定デフォーカス量は、ルックアップテーブルを用いて決定される、請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記反復数が前記閾値よりも小さい場合、前記画像の焦点が合っている、請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記画像のノイズを除去することをさらに含む、請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 10】

装置であって、
 a . アプリケーションを記憶する非一時的メモリと、
 b . 前記メモリに結合されて、前記アプリケーションを処理するように構成された処理要素と、
 を備え、前記アプリケーションは、
 i . 画像を取得し、
 i i . 前記画像のガウシアン差分を計算することによって前記画像のガウシアンラプリアンを計算し、
 i i i . 前記画像の前記ガウシアン差分に基づいて、反復畳み込みを用いて前記画像の推定デフォーカス量を決定し、
 i v . 反復数を所定の閾値と比較して、前記画像の焦点を検出する、ことを含む、
 ことを特徴とする装置。

【請求項 11】

前記推定デフォーカス量は、ルックアップテーブルを用いて決定される、請求項 10 に記載の装置。

【請求項 12】

前記反復数が前記閾値よりも小さい場合、前記画像の焦点が合っている、請求項 10 に記載の装置。

【請求項 13】

前記画像のノイズを除去することをさらに含む、請求項 10 に記載の装置。

10

20

30

40

50

【請求項 14】

カメラ装置であって、

- a. 画像を取得するためのセンサと、
- b. アプリケーションを記憶する非一時的メモリと、
- c. 前記メモリに結合されて、前記アプリケーションを処理するように構成された処理要素と、

を備え、前記アプリケーションは、

i. 前記画像のガウシアン差分を計算することによって前記画像のガウシアンラプラシアンを計算し、

ii. 前記画像の前記ガウシアン差分に基づいて、反復畳み込みを用いて前記画像の推定デフォーカス量を決定し、

iii. 反復数を所定の閾値と比較して、前記画像の焦点を検出する、よう構成されている、

ことを特徴とするカメラ装置。

【請求項 15】

前記推定デフォーカス量は、ルックアップテーブルを用いて決定される、請求項 14 に記載のカメラ装置。

【請求項 16】

前記反復数が前記閾値よりも小さい場合、前記画像の焦点が合っている、請求項 14 に記載のカメラ装置。

【請求項 17】

前記アプリケーションは、前記画像のノイズを除去するように構成される、請求項 14 に記載のカメラ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、イメージングの分野に関する。具体的には、本発明は、デフォーカス量推定に関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルカメラなどの装置によって画像を取得すると、画像にブラー（ぼやけ）又はデフォーカス（ピンぼけ）などの欠陥が存在することがよくある。ブラーの補正を試みる方法は複数存在するが、これらはブラー及びデフォーカスを十分に補正するものではない。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

本明細書では、デフォーカス量推定アルゴリズムについて説明する。このデフォーカス量推定アルゴリズムは、単一画像を利用する。ガウシアン差分を計算することによってガウス近似のラプラシアンを求める。ガウシアン差分を用いて 2 つの画像間のブラー差を計算することにより、デフォーカスブラーを推定することができる。

【0004】

1 つの態様では、装置の非一時的メモリにプログラムされた方法が、画像を取得するステップと、画像のガウシアン差分を計算することによって画像のガウシアンラプラシアンを計算するステップと、画像のガウシアン差分に基づいて、画像の推定デフォーカス量を決定するステップとを含む。推定デフォーカス量は、反復畳み込みを用いて決定される。推定デフォーカス量は、ルックアップテーブルを用いて決定される。方法は、画像の焦点を検出するステップをさらに含む。画像の焦点を検出するステップは、反復数を所定の閾値と比較するステップを含む。反復数が閾値よりも小さい場合、画像の焦点は合っている。方法は、画像のノイズを除去するステップをさらに含む。装置は、パーソナルコンピュータ、ラップトップコンピュータ、コンピュータワークステーション、サーバ、メイン

10

20

30

40

50

フレームコンピュータ、ハンドヘルドコンピュータ、携帯情報端末、セルラー/携帯電話機、スマート家電、ゲーム機、デジタルカメラ、デジタルカムコーダ、カメラ付き携帯電話機、スマートフォン、ポータブル音楽プレーヤ、タブレットコンピュータ、モバイル装置、ビデオプレーヤ、ビデオディスクライタ/プレーヤ、高精細ディスクライタ/プレーヤ、超高精細ディスクライタ/プレーヤ、テレビ、家庭用エンターテインメントシステム、又はスマートウォッチを含む。

【0005】

別の態様では、装置のメモリにプログラムされたシステムが、画像を取得するように構成された取得モジュールと、画像のガウシアン差分を計算することによって画像のガウシアンのラプラシアンを計算するように構成された計算モジュールと、画像のガウシアン差分に基づいて画像の推定デフォーカス量を決定するように構成された決定モジュールとを含む。推定デフォーカス量は、反復畳み込みを用いて決定される。推定デフォーカス量は、ルックアップテーブルを用いて決定される。システムは、画像の焦点を検出することをさらに含む。画像の焦点を検出することは、反復数を所定の閾値と比較することを含む。反復数が閾値よりも小さい場合、画像の焦点は合っている。システムは、画像のノイズを除去することをさらに含む。

10

【0006】

別の態様では、装置が、アプリケーションを記憶する非一時的メモリと、メモリに結合されて、アプリケーションを処理するように構成された処理要素とを含み、アプリケーションは、画像を取得し、画像のガウシアン差分を計算することによって画像のガウシアンのラプラシアンを計算し、画像のガウシアン差分に基づいて、画像の推定デフォーカス量を決定する。推定デフォーカス量は、反復畳み込みを用いて決定される。推定デフォーカス量は、ルックアップテーブルを用いて決定される。装置は、画像の焦点を検出することをさらに含む。画像の焦点を検出することは、反復数を所定の閾値と比較することを含む。反復数が閾値よりも小さい場合、画像の焦点は合っている。装置は、画像のノイズを除去することをさらに含む。

20

【0007】

別の態様では、カメラ装置が、画像を取得するためのセンサと、アプリケーションを記憶する非一時的メモリと、メモリに結合されて、アプリケーションを処理するように構成された処理要素とを含み、アプリケーションは、画像のガウシアン差分を計算することによって画像のガウシアンのラプラシアンを計算し、画像のガウシアン差分に基づいて、画像の推定デフォーカス量を決定する。推定デフォーカス量は、反復畳み込みを用いて決定される。推定デフォーカス量は、ルックアップテーブルを用いて決定される。アプリケーションは、画像のレンズの焦点を検出するように構成される。画像の焦点を検出することは、反復数を所定の閾値と比較することを含む。反復数が閾値よりも小さい場合、画像の焦点は合っている。アプリケーションは、画像のノイズを除去するように構成される。

30

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】いくつかの実施形態による、ガウス関数の負の2次導関数を示す図である。

【図2】いくつかの実施形態による、ステップエッジ(較正画像)から取得されたデフォーカスブラー半径と反復数との間の関係を示す図である。

40

【図3】いくつかの実施形態による、画像のデフォーカスマップを示す図である。

【図4】いくつかの実施形態による、様々な比率での性能グラフを示す図である。

【図5】いくつかの実施形態によるデフォーカス量推定方法のフローチャートである。

【図6】いくつかの実施形態による、デフォーカス量推定方法を実装するように構成された例示的なコンピュータ装置のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本明細書では、単一画像を用いてデフォーカスを推定するための、ガウシアンのラプラシアン(Laplacian of Gaussian、LOG)とガウシアン差分(D

50

ifference of Gaussian、DoG) との間の近似について説明する。
 ガウス関数の 2 次導関数は、ガウシアン of ラプラシアンである。図 1 に、ガウス関数の負の 2 次導関数を示す。
 ガウス関数は以下の通りである。

$$G(x, \sigma^2) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right]$$

熱拡散方程式は以下の通りである。

$$\sigma G^n(x, \sigma^2) = \frac{\partial G(x, \sigma^2)}{\partial \sigma} \approx \frac{G(x, \sigma_2^2) - G(x, \sigma_1^2)}{\sigma_2 - \sigma_1}$$

$x = 0$ の時には以下のようなになる。

$$\sigma G^n(0, \sigma^2) = \frac{1}{\sigma^2\sqrt{2\pi}}$$

$$\frac{G(0, \sigma_2^2) - G(0, \sigma_1^2)}{\sigma_2 - \sigma_1} = \frac{\frac{1}{\sigma_2\sqrt{2\pi}} - \frac{1}{\sigma_1\sqrt{2\pi}}}{\sigma_2 - \sigma_1} = \frac{1}{\sigma_1\sigma_2\sqrt{2\pi}}$$

この式は、

$$\sigma = \sqrt{\sigma_1\sigma_2}$$

を選択することによって $x = 0$ の時に完全な一致をもたらす。
 さらに近似では、DoG が以下の通りである。

$$G(x, \sigma_2^2) - G(x, \sigma_1^2) \approx (\sigma_2 - \sigma_1)\sqrt{\sigma_1\sigma_2} G^n(x, \sigma_1\sigma_2)$$

$$\approx (\sigma_2 - \sigma_1) \left[\frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} \right] G^n(x, \sigma_1\sigma_2)$$

$$= \left[\frac{\sigma_2^2 - \sigma_1^2}{2} \right] G^n(x, \sigma_1\sigma_2)$$

デフォーカスブラーのモデルは、以下によって与えられ、

$$b = f \otimes G(x, \sigma^2)$$

この場合、

b は、焦点外画像であり、

f は、焦点画像であり、

G は、ガウス点広がり関数 (PSF) であり、

\otimes

は、畳み込みを意味する。

【 0 0 1 0 】

10

20

30

40

50

目的は、 b から σ_d を推定することである。
 リブラーは以下の通りである。

$$b_a = b \otimes G(x, \sigma_a^2) = f \otimes G(x, \sigma^2 + \sigma_a^2)$$

$$b_b = b \otimes G(x, \sigma_b^2) = f \otimes G(x, \sigma^2 + \sigma_b^2)$$

$$\sigma_b > \sigma_a$$

10

【 0 0 1 1 】

ブラー差近似は、
 以下のようにブラー差を考慮することによって計算され、

$$b - b_a = f \otimes (G(x, \sigma^2) - G(x, \sigma^2 + \sigma_a^2))$$

この場合、

f は、焦点画像であり、

減算は、ガウシアン差分である。

以下は、ガウス近似のラプラシアンである。

20

$$b - b_a \approx \frac{\sigma_a^2}{2} f \otimes \left[-G^n(x, \sqrt{\sigma^2(\sigma^2 + \sigma_a^2)}) \right]$$

以下も同様である。

$$b - b_b \approx \frac{\sigma_b^2}{2} f \otimes \left[-G^n(x, \sqrt{\sigma^2(\sigma^2 + \sigma_b^2)}) \right]$$

30

$\sigma_b > \sigma_a$ の時には σ_d が存在し、従って以下のようになり、

$$\left[-G^n(x, \sqrt{\sigma^2(\sigma^2 + \sigma_a^2)}) \right] \otimes G(x, \sigma_d^2) = \left[-G^n(x, \sqrt{\sigma^2(\sigma^2 + \sigma_b^2)}) \right]$$

この場合、

$$\sigma_d^2 = \sqrt{\sigma^2(\sigma^2 + \sigma_b^2)} - \sqrt{\sigma^2(\sigma^2 + \sigma_a^2)}$$

40

である。

σ_d が求められると、方程式から σ_d を解くことができる。

【 0 0 1 2 】

実装

σ_d を求めることは、以下のようなガウス関数 G を見出すことに相当し、

$$(b - b_a) \otimes G(x, \sigma_d^2) \approx \frac{\sigma_a^2}{\sigma_b^2} (b - b_b)$$

50

或いは、以下を最小化する σ_d が見出される。

$$\left\| (b - b_a) \otimes G(x, \sigma_d^2) - \frac{\sigma_a^2}{\sigma_b^2} (b - b_b) \right\|$$

【 0 0 1 3 】

この計算は、以下のように反復畳み込み法を用いて行うことができ、

$$(b - b_a) \otimes k \otimes k \dots \otimes k \rightarrow \frac{\sigma_a^2}{\sigma_b^2} (b - b_b)$$

10

この場合の k は、変動の小さなガウシアンカーネルである。

【 0 0 1 4 】

図 2 に、ステップエッジ（較正画像）から取得されたデフォーカスブラー半径と反復数との間の関係を示す。この曲線をルックアップテーブルとして使用して、試験画像の反復数からブラー半径を求めることができる。

【 0 0 1 5 】

ノイズ除去

ノイズは、特にブラーの量が増加した時に、ブラーマッチング性能に影響を及ぼし得る。性能は、反復畳み込みの前に取り込み画像にブラーフィルタを適用することによって行われるノイズ除去によって改善することができる。較正画像及び試験画像には、同じ量のノイズ除去が適用される。

20

【 0 0 1 6 】

図 3 に、いくつかの実施形態による、画像のデフォーカスマップを示す。このデフォーカスマップは、本明細書で説明するデフォーカス量推定方法を用いて生成される。

【 0 0 1 7 】

焦点検出

焦点検出は、単一画像を用いて画像に焦点が合っているかどうかを判定するために使用される。この用途には、ブラー量は不要である。焦点検出は、反復数を所定の閾値と比較することによって行われる。反復数が閾値よりも小さい時には、画像に焦点が合っている。そうでなければ、焦点外である。焦点検出のみが必要な場合には、わずかなブラーと焦点が合った状態との区別が困難になるという理由でノイズ除去はオフにされる。焦点検出にとっては、 σ_b / σ_a の比率が小さいことが好ましい。

30

【 0 0 1 8 】

図 4 は、様々な σ_b / σ_a の比率での焦点推定方法の性能グラフである。

【 0 0 1 9 】

図 5 は、いくつかの実施形態によるデフォーカス推定方法のフローチャートである。ステップ 500 において、単一画像を取得する。ステップ 502 において、単一画像情報の $D \circ G$ を用いて $L \circ G$ を求める。ステップ 504 において、 $D \circ G$ を用いてブラー差（又はデフォーカス）の近似を求める。いくつかの実施形態では、ブラー差が反復畳み込み法を用いて求められる。いくつかの実施形態では、ブラー差が第 1 の画像と第 2 の画像との間で近似され、 $D \circ G$ を用いて求められる。いくつかの実施形態では、第 2 の画像が試験画像である。いくつかの実施形態では、第 2 の画像が、第 1 の画像のブラー画像である。この方法は、除算演算子及び最大演算子を使用せず、従ってノイズに強い。いくつかの実施形態では、さらなる又はこれよりも少ないステップが実装される。

40

【 0 0 2 0 】

図 6 は、いくつかの実施形態による、デフォーカス量推定方法を実装するように構成された例示的なコンピュータ装置のブロック図である。コンピュータ装置 600 は、画像及びビデオなどの情報の取得、記憶、計算、処理、通信及び/又は表示を行うために使用することができる。一般に、コンピュータ装置 600 を実装するのに適したハードウェア構

50

造は、ネットワークインターフェイス602、メモリ604、プロセッサ606、I/O装置608、バス610及び記憶装置612を含む。プロセッサの選択は、十分な速度の好適なプロセッサを選択する限り重要ではない。メモリ604は、当業で周知のいずれかの従来のコンピュータメモリとすることができる。記憶装置612は、ハードドライブ、CDROM、CDRW、DVD、DVDRW、高精細ディスク/ドライブ、ウルトラHDドライブ、フラッシュメモ리카ード、又はその他のいずれかの記憶装置を含むことができる。コンピュータ装置600は、1又は2以上のネットワークインターフェイス602を含むことができる。ネットワークインターフェイスの例としては、イーサネット(登録商標)又は他のタイプのLANに接続されたネットワークカードが挙げられる。(単複の)I/O装置608は、キーボード、マウス、モニタ、画面、プリンタ、モデム、タッチ画面、ポタンインターフェイス及びその他の装置のうちの1つ又は2つ以上を含むことができる。デフォーカス量推定方法を実行するために使用される(単複の)デフォーカス量推定アプリケーション630は、記憶装置612及びメモリ604に記憶されて、アプリケーションが通常処理されるように処理される可能性が高い。コンピュータ装置600には、図6に示すものよりも多くの又は少ないコンポーネントを含めることができる。いくつかの実施形態では、デフォーカス量推定ハードウェア620が含まれる。図6のコンピュータ装置600は、デフォーカス量推定方法のためのアプリケーション630及びハードウェア620を含むが、デフォーカス量推定方法は、ハードウェア、ファームウェア、ソフトウェア、又はこれらのあらゆる組み合わせでコンピュータ装置上に実装することもできる。例えば、いくつかの実施形態では、デフォーカス量推定アプリケーション630がメモリにプログラムされ、プロセッサを用いて実行される。別の例として、いくつかの実施形態では、デフォーカス量推定ハードウェア620が、デフォーカス量推定方法を実装するように特別に設計されたゲートを含むプログラムされたハードウェアロジックである。

10

20

【0021】

いくつかの実施形態では、(単複の)デフォーカス量推定アプリケーション630が、複数のアプリケーション及び/又はモジュールを含む。いくつかの実施形態では、モジュールが、1又は2以上のサブモジュールをさらに含む。いくつかの実施形態では、より少ない又はさらなるモジュールを含めることもできる。

【0022】

好適なコンピュータ装置の例としては、パーソナルコンピュータ、ラップトップコンピュータ、コンピュータワークステーション、サーバ、メインフレームコンピュータ、ハンドヘルドコンピュータ、携帯情報端末、セルラー/携帯電話機、スマート家電、ゲーム機、デジタルカメラ、デジタルカムコーダ、カメラ付き電話機、スマートフォン、ポータブル音楽プレーヤ、タブレットコンピュータ、モバイル装置、ビデオプレーヤ、ビデオディスクライタ/プレーヤ(DVDライタ/プレーヤ、高精細ディスクライタ/プレーヤ、超高精細ディスクライタ/プレーヤなど)、テレビ、家庭用エンターテイメントシステム、スマートジュエリ(例えば、スマートウォッチ)、又はその他のあらゆる好適なコンピュータ装置が挙げられる。

30

【0023】

デフォーカス量推定方法を利用するには、デジタルカメラなどの装置を使用して画像を取得することができる。デフォーカス量推定方法は、画像処理の実行時に自動的に使用される。デフォーカス量推定方法は、ユーザの関与を伴わずに自動的に実施することができる。

40

【0024】

デフォーカス量推定方法は、動作時に画像処理効率を高める。単一画像、並びにLOG及びDOGを使用することによって効率が高くなる。

【0025】

ガウス近似のラプラシアンに基づく単一画像からのデフォーカス量推定のいくつかの実施形態

50

1. 装置の非一時的メモリにプログラムされた方法であって、
 a. 画像を取得するステップと、
 b. 画像のガウシアン差分を計算することによって画像のガウシアンのラプラシアンを計算するステップと、
 c. 画像のガウシアン差分に基づいて、画像の推定デフォーカス量を決定するステップと、
 を含む方法。

【0026】

2. 推定デフォーカス量は、反復畳み込みを用いて決定される、上記1に記載の方法。

【0027】

3. 推定デフォーカス量は、ルックアップテーブルを用いて決定される、上記2に記載の方法。

【0028】

4. 画像の焦点を検出するステップをさらに含む、上記2に記載の方法。

【0029】

5. 画像の焦点を検出するステップは、反復数を所定の閾値と比較するステップを含む、上記4に記載の方法。

【0030】

6. 反復数が閾値よりも小さい場合、画像の焦点が合っている、上記5に記載の方法。

【0031】

7. 画像のノイズを除去するステップをさらに含む、上記1に記載の方法。

【0032】

8. 装置は、パーソナルコンピュータ、ラップトップコンピュータ、コンピュータワークステーション、サーバ、メインフレームコンピュータ、ハンドヘルドコンピュータ、携帯情報端末、セルラー/携帯電話機、スマート家電、ゲーム機、デジタルカメラ、デジタルカムコーダ、カメラ付き携帯電話機、スマートフォン、ポータブル音楽プレーヤ、タブレットコンピュータ、モバイル装置、ビデオプレーヤ、ビデオディスクライタ/プレーヤ、高精細ディスクライタ/プレーヤ、超高精細ディスクライタ/プレーヤ、テレビ、家庭用エンターテインメントシステム、又はスマートウォッチを含む、上記1に記載の方法。

【0033】

9. 装置のメモリにプログラムされたシステムであって、
 a. 画像を取得するように構成された取得モジュールと、
 b. 画像のガウシアン差分を計算することによって画像のガウシアンのラプラシアンを計算するように構成された計算モジュールと、
 c. 画像のガウシアン差分に基づいて画像の推定デフォーカス量を決定するように構成された決定モジュールと、
 を含むシステム。

【0034】

10. 推定デフォーカス量は、反復畳み込みを用いて決定される、上記9に記載のシステム。

【0035】

11. 推定デフォーカス量は、ルックアップテーブルを用いて決定される、上記10に記載のシステム。

【0036】

12. 画像の焦点を検出することをさらに含む、上記10に記載のシステム。

【0037】

13. 画像の焦点を検出することは、反復数を所定の閾値と比較することを含む、上記12に記載のシステム。

【0038】

14. 反復数が閾値よりも小さい場合、画像の焦点が合っている、上記13に記載のシ

10

20

30

40

50

ステム。

【0039】

15. 画像のノイズを除去することをさらに含む、上記9に記載のシステム。

【0040】

16. 装置であって、

a. アプリケーションを記憶するための非一時的メモリと、

b. メモリに結合されて、アプリケーションを処理するように構成された処理要素と、
を含み、アプリケーションは、

i. 画像を取得し、

ii. 画像のガウシアン差分を計算することによって画像のガウシアン
のラプラシアンを計算し、

iii. 画像のガウシアン差分に基づいて、画像の推定デフォーカス量を決定する、
装置。

【0041】

17. 推定デフォーカス量は、反復畳み込みを用いて決定される、上記16に記載の装置。

【0042】

18. 推定デフォーカス量は、ルックアップテーブルを用いて決定される、上記17に記載の装置。

【0043】

19. 画像の焦点を検出することをさらに含む、上記17に記載の装置。

【0044】

20. 画像の焦点を検出することは、反復数を所定の閾値と比較することを含む、上記19に記載の装置。

【0045】

21. 反復数が閾値よりも小さい場合、画像の焦点が合っている、上記20に記載の装置。

【0046】

22. 画像のノイズを除去することをさらに含む、上記16に記載の装置。

【0047】

23. カメラ装置であって、

a. 画像を取得するためのセンサと、

b. アプリケーションを記憶する非一時的メモリと、

c. メモリに結合されて、アプリケーションを処理するように構成された処理要素と、
を含み、アプリケーションは、

i. 画像のガウシアン差分を計算することによって画像のガウシアン
のラプラシアンを計算し、

ii. 画像のガウシアン差分に基づいて、画像の推定デフォーカス量を決定する、
カメラ装置。

【0048】

24. 推定デフォーカス量は、反復畳み込みを用いて決定される、上記23に記載のカメラ装置。

【0049】

25. 推定デフォーカス量は、ルックアップテーブルを用いて決定される、上記24に記載のカメラ装置。

【0050】

26. アプリケーションは、画像のレンズの焦点を検出するように構成される、上記24に記載のカメラ装置。

【0051】

27. 画像の焦点を検出することは、反復数を所定の閾値と比較するステップを含む、

10

20

30

40

50

上記 2 6 に記載のカメラ装置。

【 0 0 5 2 】

2 8 . 反復数が閾値よりも小さい場合、画像の焦点が合っている、上記 2 7 に記載のカメラ装置。

【 0 0 5 3 】

2 9 . アプリケーションは、画像のノイズを除去するように構成される、上記 2 3 に記載のカメラ装置。

【 0 0 5 4 】

本発明の構成及び動作の原理を容易に理解できるように、詳細を含む特定の実施形態に関して本発明を説明した。本明細書におけるこのような特定の実施形態及びこれらの実施形態の詳細についての言及は、本明細書に添付する特許請求の範囲を限定することを意図したものではない。当業者には、特許請求の範囲によって定められる本発明の趣旨及び範囲から逸脱することなく、例示のために選択した実施形態において他の様々な修正を行えることが容易に明らかになるであろう。

10

【符号の説明】

【 0 0 5 5 】

- 5 0 0 画像を取得
- 5 0 2 画像の D o G を用いて L o G を決定
- 5 0 4 D o G を用いてブラー差を近似

【 図 1 】

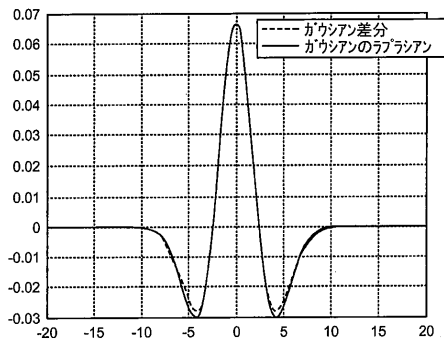


Fig. 1.

【 図 2 】

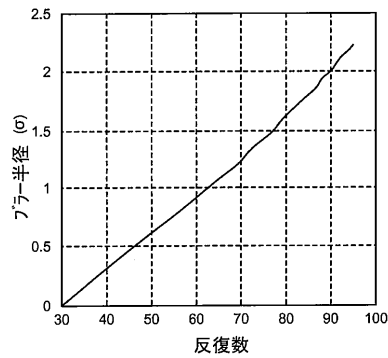


Fig. 2

【 図 3 】

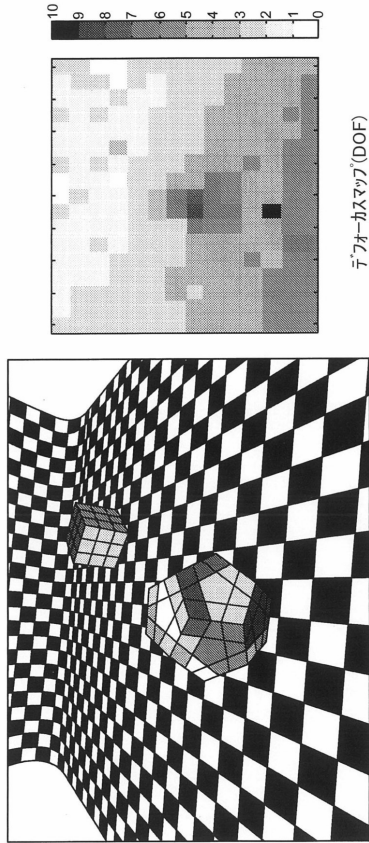


Fig. 3

【 図 4 】

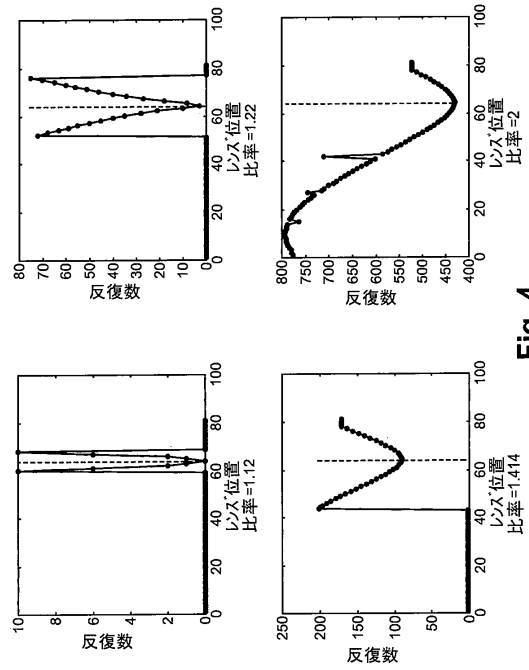


Fig. 4

【 図 5 】

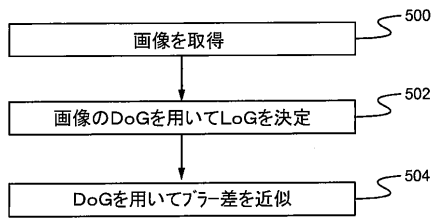


Fig. 5

【 図 6 】

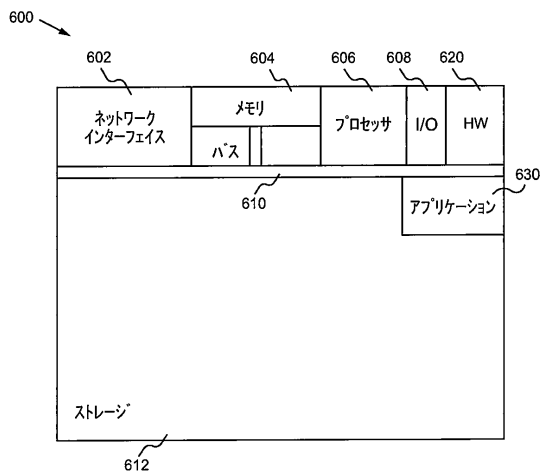


Fig. 6

フロントページの続き

- (72)発明者 リ ピンシャン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94085 サニーヴェイル アニョ ヌエボ アベニュー
395 アpartment 605
- (72)発明者 ウェイ ジャニン
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95014 クパチーノ フォート ベイカー ドライヴ
942

審査官 松尾 俊介

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2015/0154742 (US, A1)
特表2015-521394 (JP, A)
David G. Lowe, Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints, Journal of C
omputer Vision, 2004年, [検索日]2019.04.22, URL, [https://people.eecs.berkeley.e
du/~malik/cs294/lowe-ijcv04.pdf](https://people.eecs.berkeley.edu/~malik/cs294/lowe-ijcv04.pdf)
河村 岳, 単眼カメラで空間認識 「ぼけ」から距離を推定, 日経エレクトロニクス 第113
7号, 日本, 日経BP社, 2014年 6月23日, 第1137号, p.59~67

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06T 7/00 - 7/90
H04N 5/232