

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
 【部門区分】第 7 部門第 3 区分
 【発行日】平成30年7月12日 (2018.7.12)

【公開番号】特開2017-103617(P2017-103617A)
 【公開日】平成29年6月8日 (2017.6.8)
 【年通号数】公開・登録公報2017-021
 【出願番号】特願2015-235443(P2015-235443)
 【国際特許分類】

H 0 4 N 5/232 (2006.01)

G 0 6 T 5/00 (2006.01)

【 F I 】

H 0 4 N 5/232 Z

G 0 6 T 5/00 7 1 0

【手続補正書】
 【提出日】平成30年6月4日 (2018.6.4)
 【手続補正 1】
 【補正対象書類名】特許請求の範囲
 【補正対象項目名】全文
 【補正方法】変更
 【補正の内容】
 【特許請求の範囲】
 【請求項 1】

光学系を用いた撮像により生成された入力画像に対して画像処理を行う画像処理装置であって、

前記撮像に関する撮像条件に対応する点像強度分布関数を近似するためのデータを用いて、第 1 の分布を生成する第 1 の分布生成手段と、

前記第 1 の分布の一部を鏡映することにより、前記第 1 の分布の一部を含む第 2 の分布を生成する第 2 の分布生成手段と、

前記第 2 の分布を用いて、鮮鋭化処理に用いる第 1 のフィルタを生成するフィルタ生成手段と、

前記第 1 のフィルタを用いて前記入力画像に対する前記鮮鋭化処理を行って鮮鋭化画像を生成する処理手段と、
 を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記第 1 の分布は、楕円分布であ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 の分布生成手段は、前記第 1 の分布を、前記入力画像の中心と該入力画像における処理対象画素とを結ぶ直線に重なるように生成し、

前記第 2 の分布生成手段は、前記第 1 の分布の一部を前記直線を含む平面に関して鏡映することにより前記第 2 の分布を生成することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記処理手段は、前記入力画像と該入力画像に前記第 1 のフィルタを適用して得られた画像との差分をとることで補正データを生成し、該補正データと前記入力画像とから前記鮮鋭化画像を生成することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記処理手段は、前記第 1 のフィルタと理想点像に基づいて生成された第 2 のフィルタ

とを前記入力画像に適用することで補正データを生成し、該補正データと前記入力画像とを用いて前記鮮鋭化画像を生成することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記処理手段は、前記第 1 のフィルタと理想点像に基づいて鮮鋭化フィルタを生成し、該鮮鋭化フィルタを前記入力画像に適用することで前記鮮鋭化画像を生成することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記データは、前記点像強度分布関数を近似するための関数に含まれる係数のデータであり、

前記係数は、前記第 1 の分布の非対称性を制御するための係数と、特定方向において前記第 1 の分布を非対称化するための係数と、前記第 1 の分布の拡がりを制御するための係数とを含むことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記係数は、前記第 1 の分布の拡がりを制御するための係数として、前記第 1 の分布の拡がりを制限する係数を含むことを特徴とする請求項 7 に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記撮像条件は、焦点距離、絞り値、撮像距離および像高のうち少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

入力画像を生成するための撮像を行う撮像素子と、

請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の画像処理装置とを有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 11】

コンピュータに、光学系を用いた撮像により生成された入力画像に対して画像処理を実行させるコンピュータプログラムであって、

前記画像処理は、

前記撮像に関する撮像条件に対応する点像強度分布関数を近似するためのデータを用いて、非回転対称な第 1 の分布を生成する処理と、

前記第 1 の分布の一部を鏡映することにより、前記第 1 の分布の一部を含む第 2 の分布を生成する処理と、

前記第 2 の分布を用いて、鮮鋭化処理に用いる第 1 のフィルタを生成する処理と、

前記第 1 のフィルタを用いて前記入力画像に対する前記鮮鋭化処理を行って鮮鋭化画像を生成する処理と、
を含むことを特徴とする画像処理プログラム。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

本発明の一側面としての画像処理装置および画像処理プログラムにより画像処理を実行するコンピュータは、撮像に関する撮像条件に対応する点像強度分布関数を近似するためのデータを用いて、第 1 の分布を生成し、第 1 の分布の一部を鏡映することにより、該第 1 の分布の一部を含む第 2 の分布を生成し、第 2 の分布を用いて鮮鋭化処理に用いる第 1 のフィルタを生成し、第 1 のフィルタを用いて入力画像に対する鮮鋭化処理を行って鮮鋭化画像を生成することを特徴とする。なお、上記画像処理装置を含む撮像装置も、本発明の他の一側面を構成する。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 3 1

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 3 1 】

ここで、アンシャープマスクを変えずに式(1)の調整係数 m を変更することで補正量を調整する場合を考える。撮像画像のプラス側を十分に補正するために調整係数 m の値を大きくすると、撮像画像のマイナス側は補正過剰(アンダーシュート)になり、マイナス側の補正量を適切になるように調整係数 m の値を設定するとプラス側は補正不足となる。このように、非回転対称にぼけた画像に対して回転対称なアンシャープマスクを使用してアンシャープマスク処理を行っても、非対称性を改善して鮮鋭化することは困難である。このような問題は、回転対称なアンシャープマスクとしてガウシアンフィルタ以外の回転対称なフィルタを使用しても同様に発生する。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 3 2

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 3 2 】

一方、図 6 (A) では、ぼかし画像と撮像画像との差分値が実線のピーク位置に対してプラス側で大きく、マイナス側で差分値が小さくなっており、これは図 5 (A) と逆になっている。このため、図 6 (B) に示した補正成分も、中心のピーク位置に対して左側(マイナス側)より右側(プラス側)の方が極値が小さくなっている。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 3 5

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 3 5 】

図 6 (C) は、 $m = 1$ のときの鮮鋭化後の結果を示している。図 6 (A) 中の実線に対して鮮鋭化できており、かつ図 5 (C) で目立ったマイナス側のプラス側に対する凹みが改善できている。さらに、回転対称なアンシャープマスクを用いる場合と比べて、補正過剰になりにくくなるため、式(1)の調整係数 m の値も比較的大きくとることができる。この結果、非対称性を低減しつつ、より鮮鋭化することができる。また、補正成分の補正量はぼかし画像と撮像画像との差分であるため、より精度良く補正を行うためには、撮像光学系の P S F によって他の部分より大きくぼけた部分がアンシャープマスクによって他の部分に比べてよりぼかされる必要がある。このように、さらに精度良く補正するには、アンシャープマスクとして撮像光学系の P S F を利用することが理想的である。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 4 6

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 4 6 】

これら式(7)(または式(6))を用いることで式(5)の関数では表現できない楕円形状の分布も再現することができるため、式(5)の関数を用いる場合に比べて補正の精度は向上する。しかし、撮像光学系の P S F に対するフィッティングに式(7)の関数を用いても、非対称収差やサジタルハ口のような複雑な形状を再現することができない。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 7 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0076】

次にステップS2において、係数算出装置は、ステップS1で取得した撮像条件に対応する撮像光学系101の設計値のデータから撮像光学系101のPSF（以下、設計PSFという）を算出する。図11には、ステップS2で算出される設計PSFと後述するステップS4で生成される近似PSFの断面を示す。図11に示すように、ステップS2で算出される設計PSFは分割数（タップ数）がN、間隔D_oで離散化されている。設計PSFのサイズ（カーネルサイズ）は、図11から明らかなように間隔D_oとタップ数Nの積で表すことができる。つまり、離散化された設計PSFは、間隔D_o、タップ数Nおよびカーネルサイズのうちいずれか2つが分かれば残りの1つも一意に決まる。例えば、間隔D_o = 2.0 μmでタップ数N = 11とすると、カーネルサイズはD_o × (N - 1) = 20 μmとなる。また、D_o × Nをカーネルサイズと呼んでもよく、この場合は22 μmとなる。また、間隔D_oはフィッティングする際のピッチとなるため、実在する撮像素子の画素ピッチよりも小さい方がよい。予め小さい画素ピッチでフィッティングしておくことで、様々な画素ピッチの撮像素子に対しても対応することができる。