

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7516104号
(P7516104)

(45)発行日 令和6年7月16日(2024.7.16)

(24)登録日 令和6年7月5日(2024.7.5)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 N 5/272(2006.01) H 0 4 N 5/272

G 0 6 T 5/80 (2024.01) G 0 6 T 5/80

H 0 4 N 5/262(2006.01) H 0 4 N 5/262

請求項の数 14 (全13頁)

(21)出願番号	特願2020-86731(P2020-86731)	(73)特許権者	000001007
(22)出願日	令和2年5月18日(2020.5.18)		キヤノン株式会社
(65)公開番号	特開2021-182670(P2021-182670 A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43)公開日	令和3年11月25日(2021.11.25)	(74)代理人	100110412
審査請求日	令和5年5月1日(2023.5.1)		弁理士 藤元 亮輔
		(74)代理人	100104628
			弁理士 水本 敦也
		(74)代理人	100121614
			弁理士 平山 倫也
		(72)発明者	中村 圭太
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
			キヤノン株式会社内
		審査官	三沢 岳志

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像処理装置、撮像装置、画像処理方法、およびプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力画像における処理領域を二色性反射モデルに基づいて鏡面反射成分と拡散反射成分とに分離する分離部と、

前記鏡面反射成分が第1の成分または第2の成分のいずれであるかを判定する判定部と、

前記第1の成分であると判定された領域の解像度を低下させることにより第1の情報を生成する処理部と、

前記拡散反射成分と、前記第2の成分であると判定された領域と、前記第1の情報とに基づいて出力画像を生成する画像生成部と、を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

入力画像における処理領域を二色性反射モデルに基づいて鏡面反射成分と拡散反射成分とに分離する分離部と、

前記鏡面反射成分が第1の成分または第2の成分のいずれであるかを判定する判定部と、

前記第1の成分であると判定された領域の色情報を変更することにより第1の情報を生成する処理部と、

前記拡散反射成分と、前記第2の成分であると判定された領域と、前記第1の情報とに基づいて出力画像を生成する画像生成部と、を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項3】

入力画像における処理領域を二色性反射モデルに基づいて鏡面反射成分と拡散反射成分とに分離する分離部と、

前記鏡面反射成分が第 1 の成分または第 2 の成分のいずれであるかを判定する判定部と、
前記第 1 の成分であると判定された領域に対してモザイク処理を行うことにより第 1 の情報
を生成する処理部と、
前記拡散反射成分と、前記第 2 の成分であると判定された領域と、前記第 1 の情報とに基
づいて出力画像を生成する画像生成部と、を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 4】

前記入力画像における被写体の目を含む領域を前記処理領域として選択する選択部を更に有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記判定部は、前記鏡面反射成分の輝度情報に基づいて、該鏡面反射成分が前記第 1 の成分または前記第 2 の成分のいずれであるかを判定することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

10

【請求項 6】

前記輝度情報は、前記鏡面反射成分における画素ごとの輝度値であり、
前記判定部は、
前記輝度値が所定値よりも小さい前記画素を前記第 1 の成分であると判定し、
前記輝度値が前記所定値よりも大きい前記画素を前記第 2 の成分であると判定することを特徴とする請求項 5 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記判定部は、前記鏡面反射成分の色情報を用いて、該鏡面反射成分が前記第 1 の成分または前記第 2 の成分のいずれあるかを判定することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

20

【請求項 8】

前記判定部は、前記鏡面反射成分の形状を用いて、該鏡面反射成分が前記第 1 の成分または前記第 2 の成分のいずれあるかを判定することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

偏光軸の方向が互いに異なる複数の偏光素子を用いて取得された複数の偏光画像に基づいて偏光情報を算出する算出部を更に有し、

前記分離部は、前記偏光情報に基づいて、前記偏光軸の方向に依らないと判定される成分を前記拡散反射成分とし、該拡散反射成分とは異なる成分を前記鏡面反射成分として分離することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

30

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の画像処理装置と、

撮像素子とを有し、

前記撮像素子を用いて前記入力画像を取得することを特徴とする撮像装置。

【請求項 11】

入力画像における処理領域を二色性反射モデルに基づいて鏡面反射成分と拡散反射成分とに分離するステップと、

前記鏡面反射成分が第 1 の成分または第 2 の成分のいずれであるかを判定するステップと、

40

前記第 1 の成分であると判定された領域の解像度を低下させることにより第 1 の情報を生成するステップと、

前記拡散反射成分と、前記第 2 の成分であると判定された領域と、前記第 1 の情報とに基づいて出力画像を生成するステップと、を有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 12】

入力画像における処理領域を二色性反射モデルに基づいて鏡面反射成分と拡散反射成分とに分離するステップと、

前記鏡面反射成分が第 1 の成分または第 2 の成分のいずれであるかを判定するステップと、
前記第 1 の成分であると判定された領域の色情報を変更することにより第 1 の情報を生成

50

するステップと、

前記拡散反射成分と、前記第2の成分であると判定された領域と、前記第1の情報とに基づいて出力画像を生成するステップと、を有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項13】

入力画像における処理領域を二色性反射モデルに基づいて鏡面反射成分と拡散反射成分とに分離するステップと、

前記鏡面反射成分が第1の成分または第2の成分のいずれであるかを判定するステップと、前記第1の成分であると判定された領域に対してモザイク処理を行うことにより第1の情報を生成するステップと、

前記拡散反射成分と、前記第2の成分であると判定された領域と、前記第1の情報とに基づいて出力画像を生成するステップと、を有することを特徴とする画像処理方法。

10

【請求項14】

請求項1乃至13のいずれか一項に記載の画像処理方法をコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置および画像処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

20

従来、カメラの画角外にある物体からの光が被写体の一部で反射してセンサに入射することで画像に生じる映り込み情報を、画像処理によって除去する方法が知られている。特許文献1には、偏光センサを用いて取得した偏光情報を利用して、画像の成分を鏡面反射成分（映り込み情報）と拡散反射成分（被写体情報）とに分離することで、鏡面反射成分のみを除去する方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特許第6409088号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

鏡面反射成分は、映り込んだ物体の情報だけでなく被写体の質感の情報も含んでいる。このため、特許文献1に開示されている方法により鏡面反射成分を除去すると、被写体の質感が変化してしまう。

【0005】

そこで本発明は、画像における被写体の質感の変化を抑制しつつ映り込み情報を処理することが可能な画像処理装置、撮像装置、画像処理方法、およびプログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0006】

本発明の一側面としての画像処理装置は、入力画像における処理領域を二色性反射モデルに基づいて鏡面反射成分と拡散反射成分とに分離する分離部と、前記鏡面反射成分が第1の成分または第2の成分のいずれであるかを判定する判定部と、前記第1の成分であると判定された領域の解像度を低下させることにより第1の情報を生成する処理部と、前記拡散反射成分と、前記第2の成分であると判定された領域と、前記第1の情報とに基づいて出力画像を生成する画像生成部とを有する。

【0007】

本発明の他の目的及び特徴は、以下の実施例において説明される。

【発明の効果】

50

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、画像における被写体の質感の変化を抑制しつつ映り込み情報を処理することが可能な画像処理装置、撮像装置、画像処理方法、およびプログラムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】各実施例における画像処理装置のブロック図である。

【図 2】各実施例における画像処理方法の模式図である。

【図 3】各実施例における 3 つの輝度情報から求められる近似曲線を示す図である。

【図 4】各実施例における平滑化フィルタート、平滑化フィルタを畳み込み積分される画素領域を示す図である。

10

【図 5】実施例 1 における画像処理方法のフローチャートである。

【図 6】実施例 2 における撮像装置のブロック図である。

【図 7】実施例 3 における撮像装置のブロック図である。

【図 8】実施例 3 における撮像装置の撮像素子の画素配列図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

以下、本発明の実施例について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【 0 0 1 1 】

まず、図 1 および図 2 を参照して、各実施例における画像処理装置および画像処理方法について説明する。図 1 は、画像処理装置 1 のブロック図である。図 2 は、画像処理装置 1 により実施される画像処理方法の模式図である。

20

【 0 0 1 2 】

画像処理装置 1 は、選択部 1 1、反射成分分離部（分離部）1 2、判定部 1 3、背景像処理部（処理部）1 4、および画像生成部 1 5 を備えている。選択部 1 1 は、画像処理装置 1 に入力された入力画像 2 1 の一部の領域を背景像処理領域（処理領域）2 2 として選択する。背景像処理領域 2 2 として選択される領域は、1 つの領域または複数の領域のいずれでもよい。背景像処理領域 2 2 は、映り込みを起こしやすい対象が含まれる領域である。映り込みを起こしやすい対象とは、例えば目や眼鏡、窓ガラス、水面などが挙げられる。図 2 に示される例において、選択部 1 1 は、入力画像 2 1 中に破線で示される目を含む 2 つの領域を背景像処理領域 2 2 として選択している。

30

【 0 0 1 3 】

反射成分分離部 1 2 は、背景像処理領域 2 2 の各画素の輝度情報 I （輝度成分）を被写体成分 I_s と映り込み成分 I_r とに分離する。ここでは、主に被写体自身の情報が含まれている輝度成分を被写体成分 I_s 、主に周囲の物体や光源などの映り込んだ物体の情報が含まれている輝度成分を映り込み成分 I_r とする。また、被写体成分 I_s からなる画像を被写体像 2 3、映り込み成分 I_r からなる画像を映り込み像 2 4 とする。

【 0 0 1 4 】

輝度情報 I を被写体成分 I_s と映り込み成分 I_r とに分離する方法としては、例えば偏光情報を利用して分離する方法が知られている。偏光情報は、特定の偏光方位の光を選択的に透過する偏光素子をカメラやレンズの前に取り付け、偏光素子の向きを変えながら撮影した複数枚の偏光画像から算出することができる。複数枚の偏光画像は、互いに向きの異なる複数の偏光素子をセンサの各画素に取り付けた偏光センサを利用して取得することもできる。

40

【 0 0 1 5 】

複数枚の偏光画像で同じ位置にある画素の輝度情報 I と、各偏光画像を取得したときの偏光素子の角度（向き）との関係は、余弦関数で近似することができる。図 3 は、 $= 0$ 度、 45 度、 90 度で取得した偏光画像で同じ位置にある画素の 3 つの輝度情報 I （白丸）と、3 つの輝度情報 I から求められる近似曲線（破線）をそれぞれ示す。偏光画像の輝度情報から推定された近似曲線は、曲線の最小値 I_{min} 、最大値 I_{max} 、曲線が最

50

大となる偏光素子の角度（向き） θ_{max} を用いて、以下の式（１）のように表される。

【００１６】

【数１】

$$I(\theta) = (I_{max} - I_{min}) \cos^2(\theta - \theta_{max}) + I_{min} \quad \dots (1)$$

【００１７】

ここでは、 I_{min} 、 I_{max} 、 θ_{max} の３つを合わせて偏光情報とする。なお、偏光情報は式（１）を一意に表す係数であれば、 I_{min} 、 I_{max} 、 θ_{max} の３つの組に限定されるものではない。例えば、 I_{max} の代わりに I_{max} と I_{min} との差 $I_{max} - I_{min}$ 、 θ_{max} の代わりに曲線が最小となる偏光素子の角度（向き） θ_{min} としてもよい。

10

【００１８】

一般に、被写体の表面で鏡面反射した光は偏光度が大きく、拡散反射した光は偏光度が小さい。また、拡散反射した光は主に被写体自身の情報が含まれた被写体成分であり、鏡面反射した光は主に周囲の物体や光源などの映り込んだ物体の情報が含まれた映り込み成分である。すなわち、映り込み成分は偏光素子の向きに応じて変化するが、被写体成分は偏光素子の向きによらず略一定である。したがって、偏光素子の角度（向き）に依らない成分である最小値 I_{min} を被写体成分 I_s 、それ以外の成分を映り込み成分 I_r と推定することができる。

20

【００１９】

また、二色性反射モデルに基づいて分離する方法も知られている。二色性反射モデルによれば、物体からの反射光は、物体色の被写体成分 I_s と光源色の映り込み成分 I_r との和で表すことができる。したがって、光源色と物体色を推定することで、それぞれの色の成分を被写体成分 I_s と映り込み成分 I_r として分離することができる。

【００２０】

また、その他の方法として、視差情報を利用する方法もある。視差情報は、同じ被写体を異なる位置のカメラで撮影した複数の画像から得られる。異なる位置のカメラで撮影した画像では、背景像処理領域 ２２、被写体像 ２３、および、映り込み像 ２４ の画像内における相対位置が異なり、これらの位置のずれ量が視差として求められる。背景像処理領域 ２２ と被写体像 ２３ との視差は略同等であるが、映り込み像 ２４ は背景像処理領域 ２２ と視差が異なり、背景像処理領域 ２２ に対する映り込み像 ２４ の相対位置が変化する。したがって、背景像処理領域 ２２ に対して相対位置が変化しない成分を被写体成分 I_s 、相対位置が変化する成分を映り込み成分 I_r と推定することができる。

30

【００２１】

判定部 １３ は、映り込み成分 I_r が背景成分 I_b または光源成分 I_L のいずれであるかを判定する。例えば、判定部 １３ は、主に周囲の物体の情報からなる映り込み成分 I_r を背景成分 I_b と判定し、主に光源の情報からなる映り込み成分 I_r を光源成分 I_L と判定する。また、背景成分 I_b からなる画像を背景像 ２５、光源成分 I_L からなる画像を光源像 ２６ とする。

40

【００２２】

映り込み成分 I_r が背景成分 I_b または光源成分 I_L のいずれであるかの判定の基準としては、例えば、映り込み成分 I_r （映り込み像 ２４）の輝度情報や色情報を用いることができる。また、映り込み成分 I_r （映り込み像 ２４）の形状に基づいて判定してもよい。輝度情報による判定は、例えば輝度値の大小によってなされる。一般に、映り込んだ光源の像は、映り込んだ周囲の物体の像と比べて輝度値が大きい。したがって、判定部 １３ は、映り込み成分 I_r の中で比較的大きい成分を光源成分 I_L として判定する。例えば、判定部 １３ は、背景像処理領域 ２２ 内の映り込み成分 I_r の平均値よりも大きい成分を光源成分 I_L として判定する。すなわち判定部 １３ は、輝度値が所定値よりも小さい場合に

50

映り込み成分 I_r が背景成分 I_b であると判定し、輝度値が所定値よりも大きい場合、映り込み成分 I_r が光源成分 I_L であると判定する。または、判定部 13 は、映り込み成分 I_r と被写体成分 I_s とを合わせた画素の輝度情報が飽和輝度値の 8 割以上の画素の映り込み成分 I_r を光源成分 I_L と判定してもよい。色情報を用いた判定では、判定部 13 は、例えば、推定または指定した光源色と同等の色情報を有する映り込み成分 I_r を光源成分 I_L として判定する。

【0023】

なお、これらの基準は一例であり、任意の基準を用いることができる。また、基準は予め与えられてもよいが、適宜設定してもよい。また、各画素の映り込み成分 I_r の判定には各画素の情報のみ用いてもよいが、近傍画素の情報を含めて判定してもよい。

10

【0024】

背景像処理部 14 は、背景像 25 に処理を加えて処理背景像 27 を生成する。処理背景像 27 の各画素の輝度情報を処理背景成分 I_b' とする。背景像処理部 14 での処理としては、例えば、背景成分に対応する背景像 25 に対する高周波成分の除去（解像度を低下させること）、輝度情報の除去（輝度値を低下させること）、色情報の変更、別画像による置き換え、または、モザイク処理などが挙げられる。

【0025】

高周波成分を除去する方法は、例えば画像に平滑化フィルターを畳み込み積分する平滑化処理がある。平滑化処理は周辺画素の値の平均値や重み付き平均値を各画素の値とすることで、近傍画素との差を小さくし、高周波成分を除去する。図 4 は、一例として、 5×5 画素の平滑化フィルター 41 と、平滑化フィルター 41 を畳み込み積分される画像の一部である 5×5 画素の画素領域 42 とを示す図である。平滑化フィルター 41 と画素領域 42 の各画素内にはそれぞれ、フィルターの画素値 $f(i, j)$ と画像の画素値 $I(i, j)$ が記されており、 (i, j) は各画素の位置を表している。平滑化フィルター 41 を畳み込み積分して得られる位置 $(0, 0)$ の画素の画素値 $I'(0, 0)$ は、以下の式 (2) のように表される。

20

【0026】

【数 2】

$$I'(0,0) = \sum_{i=-2}^2 \sum_{j=-2}^2 [f(i,j) \times I(i,j)] \quad \dots (2)$$

30

【0027】

なお、フィルターの画素値 $f(i, j)$ は、各画素で全て等しくてもよいし、ガウシアンフィルタのように画素ごとに異なってもよい。

【0028】

また、画像をフーリエ変換して空間周波数ごとの情報にし、高周波成分を 0 としたあと逆変換することで高周波成分を除去した画像を生成する方法もある。また、例えば画像をモノクロ化することで色情報を除去したり、各画素の輝度値を小さくすることで輝度情報を除去したりすることができる。別画像による置き換えは、予め用意した画像リストの中から背景像 25 に近い画像を選択し置き換えることや、背景像をレタッチした画像で置き換えることを行うことができる。

40

【0029】

背景像処理部 14 は、前述の処理を複数の領域に実施してもよく、または、一つのみの領域に実施してもよい。また、背景像 25 の全体に同じ処理を実施してもよく、または、背景像 25 の一部ごとに異なる処理を実施してもよい。

【0030】

画像生成部 15 は、背景像処理領域 22 における被写体像 23 と光源像 26 と処理背景

50

像 2 7、および、背景像処理領域 2 2 以外の領域における入力画像を合成して生成画像（出力画像）2 8 を生成する。生成画像 2 8 の各画素の輝度情報は、背景像処理領域 2 2 以外の領域では入力画像の輝度情報 I となり、背景像処理領域 2 2 では被写体成分 I_s と光源成分 I_L と処理背景成分 I_b' との和になる。

【0031】

なお、生成画像 2 8 において背景像処理領域 2 2 の境界付近で処理の有無によってエッジが生じるような弊害が発生する場合がある。そのような場合、背景像処理領域 2 2 の境界付近を遷移領域とし、輝度情報を入力画像の輝度情報 I と被写体成分 I_s 、光源成分 I_L 、処理背景成分 I_b' の和との平均値として生成画像 2 8 を生成するなどしてもよい。

【0032】

画像処理装置 1 で生成された生成画像 2 8 は、被写体や映り込んだ光源の情報を保ったまま、映り込んだ周囲の物体の情報が除去された画像になっている。したがって、被写体の情報の喪失や質感の変化を抑制しながら、映り込んだ周囲の物体の情報を除去することができている。なお各実施例において、画像処理装置 1 が行う画像処理と同等の画像処理方法をプログラムなどで実行してもよい。

【実施例 1】

【0033】

次に、図 5 を参照して、本発明の実施例 1 における画像処理方法について説明する。図 5 は、本実施例における画像処理方法のフローチャートである。本実施例の画像処理方法は、図 1 を参照して説明した画像処理装置 1 の選択部 1 1、反射成分分離部 1 2、判定部 1 3、背景像処理部 1 4、または画像生成部 1 5 により実行される。

【0034】

まずステップ S 1 0 1 において、画像処理装置 1 の選択部 1 1 は、画像を入力する（入力画像 2 1 を取得する）。続いてステップ S 1 0 2 において、選択部 1 1 は、入力画像 2 1 の被写体から目を検出する。続いてステップ S 1 0 3 において、選択部 1 1 は、入力画像 2 1 から検出された目を含む領域を背景像処理領域 2 2 として選択する。なお、被写体から目を検出する方法は、公知の種々の技術を用いることができる。

【0035】

続いてステップ S 1 0 4 において、反射成分分離部 1 2 は、顔認証を行う。続いてステップ S 1 0 5 において、反射成分分離部 1 2 は、顔認証により個人を特定できたか否かを判定する。個人を特定できない場合、ステップ S 1 0 6 に進み、画像処理装置 1 は、画像処理が中断したことを通知する。画像処理装置 1 は、例えば、外部の表示装置に処理が中断したことを知らせる表示などをしてもよい。一方、個人を特定できた場合、ステップ S 1 0 7 に進む。

【0036】

ステップ S 1 0 7 において、反射成分分離部 1 2 は、二色性反射モデルに基づいて、背景像処理領域 2 2 の各画素の輝度情報を映り込み成分 I_r と被写体成分 I_s （すなわち目の成分）とに分離する。本実施例において、反射成分分離部 1 2 は、顔認証により特定された個人と紐づけられた目の色情報を物体色として与えることで、物体色の被写体成分 I_s と光源色の映り込み成分 I_r に分離する。

【0037】

続いてステップ S 1 0 8 において、判定部 1 3 は、映り込み成分 I_r が背景成分 I_b （第 1 の成分）または光源成分 I_L （第 2 の成分）のいずれであるかを判定する。本実施例において、判定部 1 3 は、輝度値が背景像処理領域 2 2 における最大値の半分以上である画素の映り込み成分 I_r を光源成分 I_L 、それ以外の映り込み成分 I_r を背景成分 I_b とする。

【0038】

続いてステップ S 1 0 9 において、背景像処理部（処理部）1 4 は、フィルターのサイズを算出する。続いてステップ S 1 1 0 において、背景像処理部 1 4 は、背景像 2 5 に対して平滑化処理を行い、高周波成分を除去する。すなわち背景像処理部 1 4 は、背景成分

10

20

30

40

50

I b に基づいて処理背景像 2 7 (第 1 の情報) を生成する。

【 0 0 3 9 】

背景像処理部 1 4 は、背景像 2 5 に対して平滑化処理を行い、高周波成分を除去する。本実施例において、平滑化処理は、フィルターのサイズが $F_1 \times F_2$ 画素で画素値が全て等しい平滑化フィルターを背景像 2 5 に畳み込み積分することで行われる。フィルターのサイズ F_1 、 F_2 はそれぞれ奇数値であり、背景像処理領域 2 2 の大きさに基づいて決定される。背景像処理領域 2 2 の大きさは、背景像処理領域 2 2 に外接する長方形のうち面積が最小となる長方形の大きさ $N_1 \times N_2$ 画素で表す。このときフィルターのサイズ F_1 、 F_2 は、 N_1 / F_1 、 N_2 / F_2 が略 1 0 となるように決定される。フィルターサイズを前述のようにすることで、平滑化処理後の画像の解像度が背景像処理領域 2 2 内を略 1 0 \times 1 0 画素としたときの解像度程度となり、映り込んだ物体の判別が困難になる。なお、平滑化処理の際には、外接する長方形の 2 辺が画像の画素配列方向と一致するように背景像処理領域 2 2 を回転処理してから平滑化フィルターを背景像 2 5 に畳み込み積分する。その後、平滑化処理された背景像 2 5 を逆回転処理することで処理背景像 2 7 を生成する。

10

【 0 0 4 0 】

続いてステップ S 1 1 1 において、画像生成部 1 5 は、背景像処理領域 2 2 における処理背景像 2 7 と光源成分 I L (光源像 2 6) と被写体成分 I s (被写体像 2 3) と、背景像処理領域 2 2 以外の領域の入力画像とを合成して、生成画像 2 8 を生成する。

【 0 0 4 1 】

20

本実施例の画像処理装置 1 で得られた生成画像 2 8 は、入力画像 2 1 と比較すると、背景像 2 5 の高周波成分が除去され、映り込んだ物体の判別を困難にすることができる。一方、被写体像 2 3 や光源像 2 6 には変化がないため、被写体の情報が失われず質感の変化を抑制することができる。

【 実施例 2 】

【 0 0 4 2 】

次に、図 6 を参照して、本発明の実施例 2 における撮像装置について説明する。図 6 は、本実施例における撮像装置 2 のブロック図である。撮像装置 2 は、画像処理装置 1、光学系 2 0 2、撮像素子 2 0 3、および照明装置 2 0 4 を備えている。撮像素子 2 0 3 は、光学系 2 0 2 からの光を受光し、入力画像を生成する。撮像装置 2 において、被写体で反射された照明装置 2 0 4 からの照明光が光学系 2 0 2 により撮像素子 2 0 3 上に結像され、撮像素子 2 0 3 から得られた画像が入力画像 2 1 として画像処理装置 1 に入力される。

30

【 0 0 4 3 】

本実施例では、照明装置 2 0 4 として白色のリング形状の照明が用いられ、照明装置 2 0 4 の情報として照明光の色情報と形状情報が画像処理装置 1 の判定部 1 3 に入力される。判定部 1 3 は、映り込み像 2 4 の色情報および形状情報を判定基準の一つとして用いる。すなわち判定部 1 3 は、映り込み成分 I r に対応する映り込み像 2 4 から照明光の色情報 (白色) と形状情報 (リング形状) に近い形状の像を抽出し、抽出された像のうち輝度値が基準値 (所定値) 以上の像を光源像 2 6 と判定する。光源情報を既知の情報として反射成分の判定に利用することで、照明装置 2 0 4 によって意図的に付与した光源成分をより正確に判定することができる。これにより、意図した質感に近い生成画像 2 8 を得ることができる。

40

【 0 0 4 4 】

また、本実施例の画像処理装置 1 の背景像処理部 1 4 は、背景像 2 5 を別画像で置き換える。置き換える画像は、予め用意した画像リストの中から背景像 2 5 に近い画像を選択することができる。置き換え処理の際、置き換える画像に対して、画像サイズを背景像処理領域 2 2 の大きさに合わせて拡大縮小する処理や、全体の輝度を背景像 2 5 の輝度に合わせる処理を行うことができる。背景像 2 5 を別画像で置き換えることにより、背景像 2 5 の持つ情報を消去することができ、情報流出の可能性を低減することができる。

【 実施例 3 】

50

【 0 0 4 5 】

次に、図 7 および図 8 を参照して、本発明の実施例 3 における撮像装置について説明する。図 7 は、本実施例における撮像装置 3 のブロック図である。図 8 は、本実施例における撮像素子 3 0 3 の画素配列図である。撮像装置 3 は、画像処理装置 1、光学系 3 0 2、撮像素子 3 0 3、および、偏光情報算出部（算出部）3 0 4 を備えている。撮像素子 3 0 3 は、光学系 3 0 2 からの光を受光する。

【 0 0 4 6 】

光学系 3 0 2 は、被写体からの反射光を撮像素子 3 0 3 上に結像し、撮像素子 3 0 3 から得られた画像が偏光情報算出部 3 0 4 へ入力される。本実施例において、撮像素子 3 0 3 は、0 度、4 5 度、9 0 度、1 3 5 度の角度（向き）の複数の偏光素子が各画素に配置された偏光撮像素子である。図 8 中の各画素の数字 1、2、3、4 はそれぞれ、各画素の偏光素子の角度（0 度、4 5 度、9 0 度、1 3 5 度）を表している。

【 0 0 4 7 】

偏光情報算出部 3 0 4 は、撮像素子 3 0 3 の偏光素子の向きが同じ画素で得られた情報をそれぞれ補間処理することで、各画素において異なる 4 つの偏光素子の向きで取得した輝度情報を得る。そして偏光情報算出部 3 0 4 は、各画素において、得られた 4 つの輝度値と各輝度値を得た偏光素子の角度（向き）とに基づいて、式（1）で表される近似曲線を求める。本実施例において、偏光情報算出部 3 0 4 は、得られた 4 つの輝度値と、各輝度値を得た偏光素子の角度に対して式（1）から算出される輝度値の差の二乗和が最小となる最小値 I_{min} 、最大値 I_{max} 、角度 θ_{min} を偏光情報として算出する。偏光情報算出部 3 0 4 で算出された偏光情報からなる画像は、入力画像 2 1 として画像処理装置 1 に入力される。

【 0 0 4 8 】

選択部 1 1 は、最小値 I_{min} に関する I_{min} 情報からなる画像を用いて背景像処理領域 2 2 を選択する。 I_{min} 情報からなる画像は、主に被写体自身の情報からなるため、目や窓ガラスなど映り込みを起こしやすい対象を検出する際に映り込みによる検出精度の低下が起こりにくい。反射成分分離部 1 2 は、 I_{min} 情報を被写体成分 I_s とし、 $I_{max} - I_{min}$ 情報を映り込み成分 I_r とする。判定部 1 3 は、最大値 I_{max} が基準値（所定値）以下の成分を背景成分 I_b と判定する。背景像処理部 1 4 は、背景像 2 5 の輝度情報を 0 とする処理を行う。すなわち背景像処理部 1 4 は、各画素の処理背景成分 $I_b' = 0$ とした処理背景像 2 7 を生成する。

【 0 0 4 9 】

画像生成部 1 5 は、背景像処理領域 2 2 内の被写体像 2 3、光源像 2 6、処理背景像 2 7 と、背景像処理領域 2 2 外の入力画像とから生成画像 2 8 を生成する。背景像処理領域 2 2 内での偏光情報は、 $I_{min} = I_s$ 、 $I_{max} = I_s + I_r$ となり、 I_{max} は入力画像の I_{max} と同じとなる。本実施例において、生成画像 2 8 の各画素の輝度情報 I は、3 つの係数 k_1 、 k_2 、 k_3 を用いて、以下の式（3）で算出することができる。

【 0 0 5 0 】

【 数 3 】

$$I = k_1(I_{max} - I_{min}) \cos^2(k_2 - \theta_{max}) + k_3 I_{min} \quad \dots (3)$$

【 0 0 5 1 】

3 つの係数 k_1 、 k_2 、 k_3 を変えて画像を生成することで、被写体の質感を変化させることができる。なお、3 つの係数 k_1 、 k_2 、 k_3 は全画素で同じでもよいが各画素で異なってもよい。

【 0 0 5 2 】

以上のように、本実施例の撮像装置 3 は、互いに異なる向きに配置された複数の偏光素子によりそれぞれ取得された複数の偏光画像から偏光情報を算出する偏光情報算出部 3 0 4 を有する。そして反射成分分離部 1 2 は、偏光情報に基づいて、複数の偏光素子の向き

10

20

30

40

50

に依らないと判定される成分を被写体成分 I_s とし、被写体成分 I_s とは異なる成分を映り込み成分 I_r として分離する。

【 0 0 5 3 】

本実施例の画像処理装置 1 で得られた画像は、入力画像 2 1 と比較すると、背景像 2 5 の輝度情報が 0 となり、映り込んだ物体の情報が失われている。また、偏光情報を用いることで被写体の質感を変化させ、より好ましい質感の画像を得ることができる。

【 0 0 5 4 】

(その他の実施例)

本発明は、上述の実施例の 1 以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける 1 つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1 以上の機能を実現する回路 (例えば、ASIC) によっても実現可能である。

【 0 0 5 5 】

各実施例によれば、画像における被写体の質感の変化を抑制しつつ映り込み情報を処理することが可能な画像処理装置、撮像装置、画像処理方法、およびプログラムを提供することができる。

【 0 0 5 6 】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 7 】

1 画像処理装置

1 2 反射成分分離部 (分離部)

1 3 判定部

1 4 背景像処理部 (処理部)

1 5 画像生成部

10

20

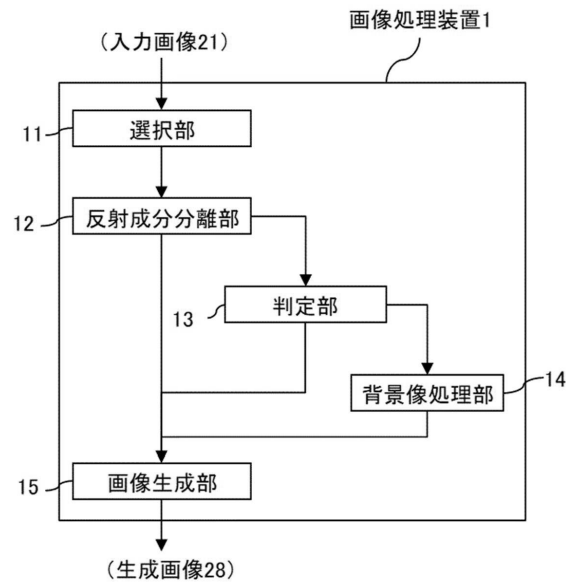
30

40

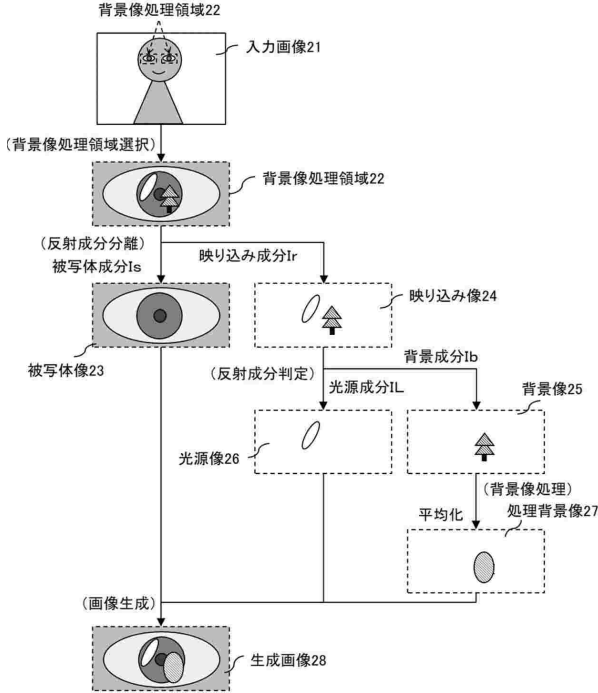
50

【 図 面 】

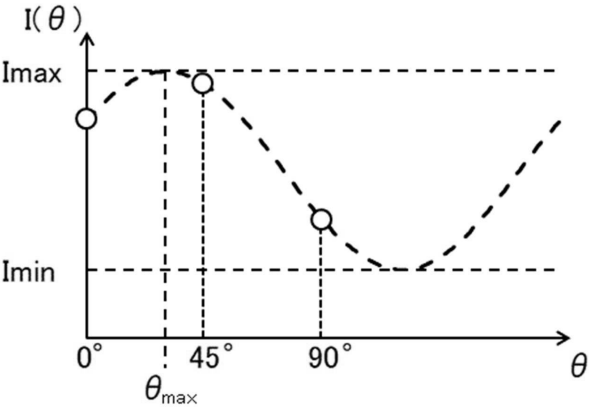
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

$f(-2,2)$	$f(-1,2)$	$f(0,2)$	$f(1,2)$	$f(2,2)$	$I(-2,2)$	$I(-1,2)$	$I(0,2)$	$I(1,2)$	$I(2,2)$
$f(-2,1)$	$f(-1,1)$	$f(0,1)$	$f(1,1)$	$f(2,1)$	$I(-2,1)$	$I(-1,1)$	$I(0,1)$	$I(1,1)$	$I(2,1)$
$f(-2,0)$	$f(-1,0)$	$f(0,0)$	$f(1,0)$	$f(2,0)$	$I(-2,0)$	$I(-1,0)$	$I(0,0)$	$I(1,0)$	$I(2,0)$
$f(-2,-1)$	$f(-1,-1)$	$f(0,-1)$	$f(1,-1)$	$f(2,-1)$	$I(-2,-1)$	$I(-1,-1)$	$I(0,-1)$	$I(1,-1)$	$I(2,-1)$
$f(-2,-2)$	$f(-1,-2)$	$f(0,-2)$	$f(1,-2)$	$f(2,-2)$	$I(-2,-2)$	$I(-1,-2)$	$I(0,-2)$	$I(1,-2)$	$I(2,-2)$

平滑化フィルタ41

画素領域42

10

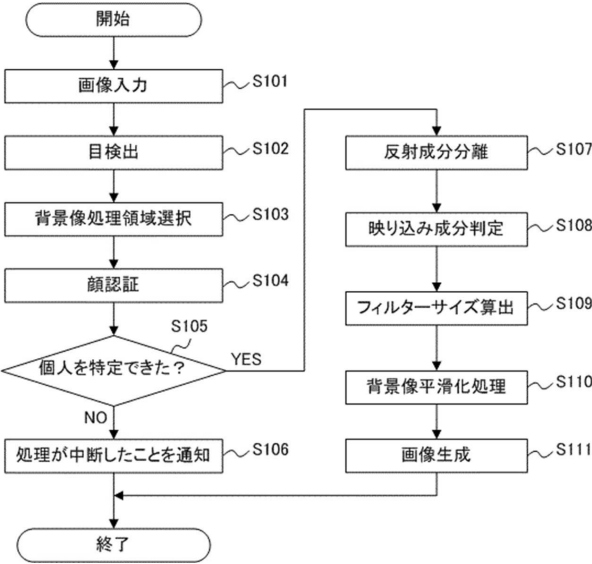
20

30

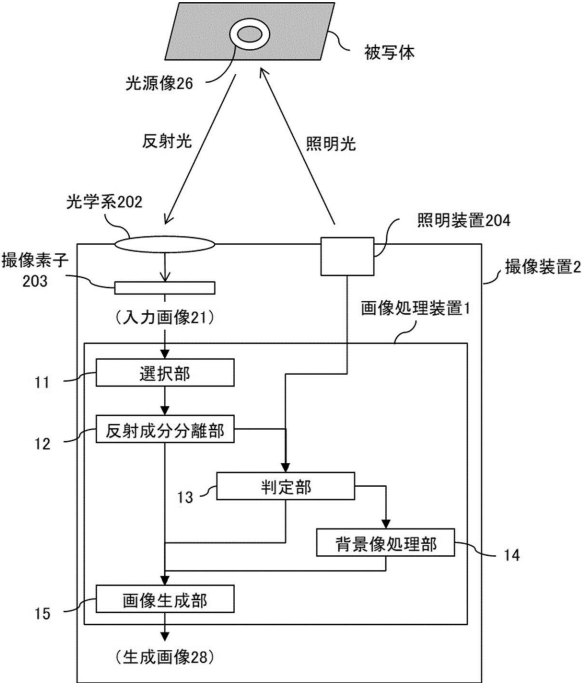
40

50

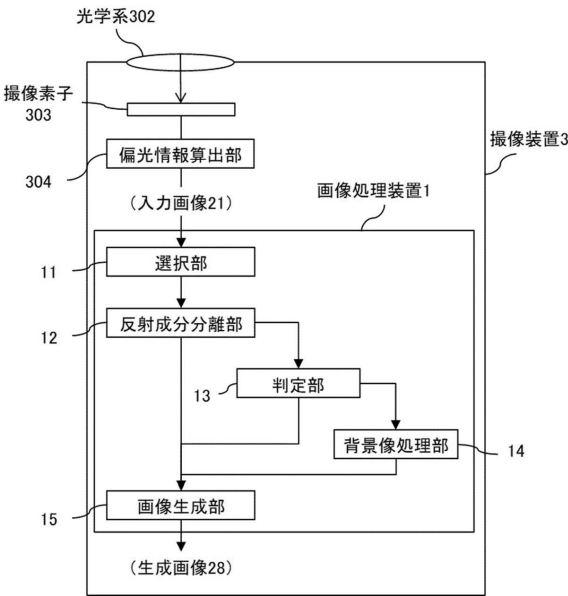
【図 5】



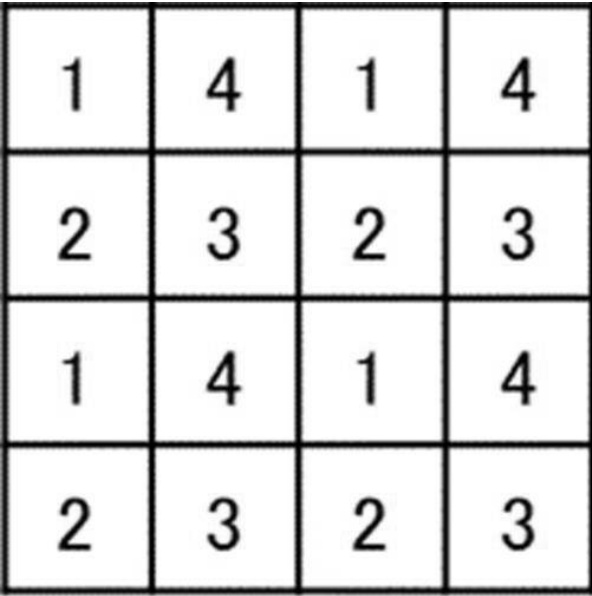
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 8 - 0 1 1 6 8 1 (J P , A)
 特開平 0 8 - 1 8 5 5 0 3 (J P , A)
 特開 2 0 0 5 - 2 2 2 1 5 2 (J P , A)
 国際公開第 2 0 0 8 / 0 2 6 5 1 8 (W O , A 1)
 国際公開第 2 0 0 8 / 0 9 9 5 8 9 (W O , A 1)
 特開 2 0 1 8 - 0 4 2 1 5 5 (J P , A)
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
 H 0 4 N 5 / 2 7 2
 G 0 6 T 5 / 8 0
 H 0 4 N 5 / 2 6 2