

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5230456号
(P5230456)

(45) 発行日 平成25年7月10日(2013.7.10)

(24) 登録日 平成25年3月29日(2013.3.29)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4N 5/232	(2006.01)	HO4N 5/232		Z	
GO6T 5/20	(2006.01)	GO6T 5/20		A	
HO4N 101/00	(2006.01)	HO4N 101:00			

請求項の数 15 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2009-3995 (P2009-3995)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成21年1月9日(2009.1.9)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2010-161744 (P2010-161744A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成22年7月22日(2010.7.22)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成23年12月8日(2011.12.8)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置および画像処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被写体を撮影して得られた撮影画像に対して補正を施す画像処理装置であって、
前記撮影画像の各画素について、前記被写体までの距離を示す物体距離の情報を取得する取得手段と、

前記撮影画像における注目画素と該注目画素の周辺画素とで構成される画素群内の2つの画素についての前記物体距離の差を算出する算出手段と、

該算出された前記物体距離の差を用いて、前記注目画素に対するシャープネス処理のパラメータを設定するパラメータ設定手段と、

該設定されたパラメータを用いて、前記注目画素に対するシャープネス処理を行うシャープネス処理手段と、
を有し、

前記パラメータ設定手段は、前記パラメータとして、シャープネス処理のフィルタサイズを設定することを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

前記パラメータ設定手段は、前記物体距離の差が大きいほど、前記フィルタサイズが大きくなるように、前記パラメータを設定す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】

前記パラメータ設定手段は、前記フィルタサイズとして、アンシャープマスクの半径を

設定することを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

被写体を撮影して得られた撮影画像に対して補正を施す画像処理装置であって、
前記撮影画像の各画素について、前記被写体までの距離を示す物体距離の情報を取得する取得手段と、

前記撮影画像における注目画素と該注目画素の周辺画素とで構成される画素群内の 2 つの画素についての前記物体距離の差を算出する算出手段と、

該算出された前記物体距離の差を用いて、前記注目画素に対するアンシャープマスク処理のパラメータを設定するパラメータ設定手段と、

該設定されたパラメータを用いて、前記注目画素に対するアンシャープマスク処理を行うアンシャープマスク処理手段と、

を有し、

前記パラメータ設定手段は、前記パラメータとして、アンシャープマスク処理の適用量を設定することを特徴とする画像処理装置。

10

【請求項 5】

前記パラメータ設定手段は、前記物体距離の差が大きいほど、前記アンシャープマスク処理の適用量が大きくなるように、前記パラメータを設定することを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記取得手段は、前記撮影画像の各画素についての物体距離の情報を示す距離マップを生成し、

前記算出手段は、前記距離マップに基づいて、前記物体距離の差を算出することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

20

【請求項 7】

前記取得手段は、前記撮影画像の撮影距離および各画素についてのコントラストの情報に基づいて、各画素についての前記物体距離を算出し、前記距離マップを生成することを特徴とする請求項 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記取得手段は、縮小された前記撮影画像に基づいて低解像度の距離マップを生成し、該低解像度の距離マップを拡大補間して前記距離マップを生成することを特徴とする請求項 7 に記載の画像処理装置。

30

【請求項 9】

前記算出手段は、前記注目画素とその複数の周辺画素とにおける、前記物体距離の差の平均を算出することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記算出手段は、前記注目画素を挟む周辺画素対の間の前記物体距離の勾配に基づいて、前記物体距離の差を算出することを特徴とする請求項 9 に記載の画像処理装置。

【請求項 11】

さらに、前記撮影画像の撮影条件を取得する撮影条件の取得手段を有し、

前記パラメータ設定手段は、前記撮影条件と前記物体距離の差に基づいて、前記パラメータを設定することを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

40

【請求項 12】

前記撮影条件は、撮影距離、レンズの F 値、レンズの焦点距離、の少なくともいずれか 1 つを含むことを特徴とする請求項 11 に記載の画像処理装置。

【請求項 13】

被写体を撮影して得られた撮影画像に対して補正を施す画像処理装置が行う画像処理方法であって、

取得手段が、前記撮影画像の各画素について、前記被写体までの距離を示す物体距離の情報を取得する取得ステップと、

50

算出手段が、前記撮影画像における注目画素と該注目画素の周辺画素とで構成される画素群内の2つの画素についての前記物体距離の差を算出する算出ステップと、

パラメータ設定手段が、該算出された前記物体距離の差を用いて、前記注目画素に対するシャープネス処理のパラメータを設定するパラメータ設定ステップと、

シャープネス処理手段が、該設定されたパラメータを用いて、前記注目画素に対するシャープネス処理を行うシャープネス処理ステップと、
を有し、

前記パラメータ設定ステップでは、前記パラメータとして、シャープネス処理のフィルタサイズを設定することを特徴とする画像処理方法。

【請求項14】

被写体を撮影して得られた撮影画像に対して補正を施す画像処理装置が行う画像処理方法であって、

取得手段が、前記撮影画像の各画素について、前記被写体までの距離を示す物体距離の情報を取得する取得ステップと、

算出手段が、前記撮影画像における注目画素と該注目画素の周辺画素とで構成される画素群内の2つの画素についての前記物体距離の差を算出する算出ステップと、

パラメータ設定手段が、該算出された前記物体距離の差を用いて、前記注目画素に対するアンシャープマスク処理のパラメータを設定するパラメータ設定ステップと、

アンシャープマスク処理手段が、該設定されたパラメータを用いて、前記注目画素に対するアンシャープマスク処理を行うアンシャープマスク処理ステップと、
を有し、

前記パラメータ設定ステップでは、前記パラメータとして、アンシャープマスク処理の適用量を設定することを特徴とする画像処理方法。

【請求項15】

コンピュータ装置を制御して、請求項1乃至12の何れか1項に記載された画像処理装置の各手段として機能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、シャープネス補正を行う画像処理装置および画像処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、撮影後に撮影距離や被写界深度を変更可能にするリフォーカス処理技術が注目されている。例えば、Light Field Photography（以下、LFP）を用いることにより、撮影後に撮影距離や被写界深度を変更することが可能となる（例えば、特許文献1参照）。このようなリフォーカス処理は、仮定の撮影距離を設定し、この距離を考慮して多視点画像を合成することで、任意の撮影距離、任意の被写界深度の画像を得ることを特徴とする。

【0003】

例えばLFPでは、撮像センサの前にマイクロレンズアレイを配置することによって、通常のカメラでは得られない多視点画像を1回の撮影で得ることができる。また、多眼カメラから多視点画像を得ることによってリフォーカス処理を実現することも可能である（例えば、特許文献2参照）。

【0004】

このようなリフォーカス処理を応用することで、各画素の被写体距離を得ることが可能となる。例えばLFPの場合、仮定の撮影距離を最短撮影距離から無限遠まで移動させながら、局所コントラストが最大になる距離を画素毎に保持することによって、距離マップを生成することが考えられる。

【0005】

また距離マップは、実際に最短撮影距離から無限遠まで変化させながら画像を大量に撮

10

20

30

40

50

影し、各画素について局所コントラストが最大になる画像を選択してマップにすることによっても生成可能である（例えば、特許文献3参照）。

【0006】

このようにして得られた距離マップを利用することによって、撮影時の被写体距離に応じてシャープネス処理を変更することができる（例えば、特許文献4参照）。また、画像を近距離、中距離、遠距離等に領域分割し、該距離に応じて異なるフィルタを適用することも可能である（例えば、特許文献5参照）。このように、画像に対して任意に設定された被写体距離（撮影距離）からの相対距離に応じて異なるフィルタ処理を適用することで、平面的な画像から立体感を持った画像を得ることができる。

【0007】

以上で述べたように従来のシャープネス処理は、任意に指定された被写体距離（撮影距離）に対する相対距離に応じて適用されていた。

【特許文献1】US 2007/0252074 A1

【特許文献2】US 2007/0230944 A1

【特許文献3】特開平8-163423号公報

【特許文献4】特開2000-156816号公報

【特許文献5】特開2006-67521号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、例えば被写体が遠く離れた背景の前に配置されているような場合には、被写体表面のテクスチャと、被写体と背景との境界線とを対等に扱うこと、すなわち、同様のシャープネス処理を施すことは好ましくない。また、画像に対して予め設定された距離（撮影距離）からの相対距離に応じて適用するシャープネス量を変更する場合、最終的に得たい画像がパンフォーカスであれば、単純なシャープネス処理とほぼ同じ処理になり、立体感のある出力を得ることはできない。

【0009】

さらに、特許文献3に記載された方法で距離マップを得る場合、最終出力と同じ解像度の画像を多数用いるため、非常に多くのワークメモリ、あるいは記録媒体が必要になるという問題がある。

【0010】

リフォーカス処理では、1ショット分の撮影に必要なワークメモリや記録媒体があれば距離マップを得ることができる。しかしながら、1枚の画像に複数視点の画像が記録されるため、視点の数に応じて出力画像の解像度が低下してしまうという問題がある。

【0011】

本発明は上述した問題を個々にまたはまとめて解決するためになされたものであり、以下のような機能を有する画像処理装置および画像処理方法を提供することを目的とする。すなわち、撮影画像に対し、局所的な距離の変化量に応じたシャープネス処理を適用することにより、被写体と背景の分離性を向上させる。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記目的を達成するための一手段として、本発明の画像処理装置は以下の構成を備える。

【0013】

すなわち、被写体を撮影して得られた撮影画像に対して補正を施す画像処理装置であって、前記撮影画像の各画素について、前記被写体までの距離を示す物体距離の情報を取得する取得手段と、前記撮影画像における注目画素と該注目画素の周辺画素とで構成される画素群内の2つの画素についての前記物体距離の差を算出する算出手段と、該算出された前記物体距離の差を用いて、前記注目画素に対するシャープネス処理のパラメータを設定するパラメータ設定手段と、該設定されたパラメータを用いて、前記注目画素に対するシ

10

20

30

40

50

ャープネス処理を行うシャープネス処理手段と、を有し、前記パラメータ設定手段は、前記パラメータとして、シャープネス処理のフィルタサイズを設定することを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

上記構成からなる本発明の画像処理装置によれば、撮影画像に対し、局所的な距離の変化量に応じたシャープネス処理を適用することにより、被写体と背景の分離性を向上させることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、添付の図面を参照して、本発明をその好適な実施形態に基づいて詳細に説明する。なお、以下の実施形態において示す構成は一例に過ぎず、本発明は図示された構成に限定されるものではない。

10

【0016】

<第1実施形態>

カメラの構成

図1は、本実施形態におけるデジタルカメラの外観図である。

【0017】

カメラボディ100の上部には、ビューファインダの接眼窓111、自動露出(AE)ロックボタン114、自動焦点(AF)の測距点を選択するボタン113、撮影操作をするためのレリーズボタン112がある。また、撮影モード選択ダイヤル117、外部表示部409、電子ダイヤル411などがある。

20

【0018】

電子ダイヤル411は、他の操作ボタンと併用してカメラに数値を入力したり、撮影モードを切り換えたりするための多機能信号入力部である。また、LCDパネルの外部表示部409には、シャッタースピード、絞り、撮影モードなどの撮影条件や、その他の情報が表示される。

【0019】

カメラボディ100の背面には、カメラが捉えた画像、撮影した画像、各種設定画面などを表示するLCDモニタ417、LCDモニタ417の表示をオンオフするためのスイッチ121、十字キー116、メニューボタン124などがある。なお、LCDモニタ417は透過型であるため、LCDモニタ417の駆動だけではユーザが画像を視認することはできない。そのため、LCDモニタ417の裏面には、後述するように、バックライトが必要である。

30

【0020】

十字キー116は、上下左右にそれぞれ配置された4つのボタンと、中央部に配置された設定ボタンを有し、LCDモニタ417に表示されるメニュー項目などの選択や実行を指示するために用いられる。

【0021】

メニューボタン124は、LCDモニタ417にメニュー画面を表示させるためのボタンである。例えば、撮影モードを選択、設定する場合、メニューボタン124を押した後、十字キー116の上下左右のボタンを操作して希望の撮影モードを選択し、希望の撮影モードが選択された状態で設定ボタンを押すことで、撮影モードの設定が完了する。なお、メニューボタン124と十字キー116は、後述するAFモードの設定にも使用される。

40

【0022】

図2は、デジタルカメラの垂直断面図である。

【0023】

撮像光学系の撮影レンズ200は、レンズマウント202を介して、カメラボディ100に着脱可能である。

【0024】

50

撮影光軸 201 を中心とする撮影光路中に配置されたミラー 203 は、撮影レンズ 200 からの被写体光をファインダ光学系に導く位置（斜設位置）と、撮影光路外の退避位置の間でクイックリターンが可能である。

【0025】

ミラー 203 によってファインダ光学系に導かれた被写体光は、ピント板 204 上に結像する。そして、ピント板 204 を通過した被写体光は、ビューファインダの視認性を向上させるコンデンサレンズ 205、正立正像を復元するペンタゴナルダハプリズム 206 を通り、接眼レンズ 208 および測光センサ 207 に導かれる。

【0026】

後幕 209 と先幕 210 は、フォーカルプレーンシャッタ（機械式シャッタ）を構成し、両幕 209 と 210 の開閉によって、その後方に配置された、CCD や CMOS センサである撮像デバイス 418 を必要時間露光する。

【0027】

撮像デバイス 418 は、プリント板 211 に保持されている。プリント板 211 の後方には、さらにプリント板 215 が配置され、プリント板 215 の反対面に LCD モニタ 417 とバックライト 416 が配置されている。

【0028】

さらに、カメラボディ 100 内には、画像データが記録される記録メディア 419 a と、携帯用電源である電池 217 がある。なお、記録メディア 419 a と電池 217 は、カメラボディ 100 に着脱可能である。

【0029】

図 3 はデジタルカメラの制御、撮影および画像処理に関する構成例を示すブロック図である。

【0030】

マイクロコンピュータ（CPU）402 は、撮像デバイス 418 が出力する画像データの処理や、LCD モニタ 417 の表示制御をはじめとし、カメラ全体の動作を制御する。

【0031】

スイッチ（SW1）405 は、リリースボタン 112 を半分押した状態（半押し状態）で閉になる。スイッチ（SW1）405 が閉になるとカメラボディ 100 は撮影準備状態になる。スイッチ（SW2）406 は、リリースボタン 112 を最後まで押込んだ状態（全押し状態）で閉になる。スイッチ（SW2）406 が閉になるとカメラボディ 100 は撮影動作を開始する。

【0032】

レンズ制御部 407 は、撮影レンズ 200 と通信し、AF 時の撮影レンズ 200 の駆動制御や絞り羽根の駆動制御を行う。外部表示制御部 408 は、外部表示部（OLC）409 や、ファインダ内の表示部（不図示）を制御する。スイッチセンス部 410 は、上述した電子ダイヤル 411 を含む多数のスイッチやキーから出力される信号を CPU 402 に伝えるためのインタフェースである。

【0033】

ストロボ制御部 412 は、X 接点 412 a を介して接地されており、外部ストロボの発光および調光制御を行う。記録メディアドライブ 419 には、例えばハードディスクやメモリカードなどの記録メディア 419 a が装着される。

【0034】

測距部 413 は、AF 用に被写体に対するデフォーカス量を検出する。本実施形態では、AF モードとして「通常」「ライブビュー」のいずれかのモードを選択可能である。通常モードの場合、カメラ本体に備えられた不図示の AF センサを用いてデフォーカス量を検出する。ライブビューモードの場合、画像処理部 425 から、その転送速度を向上させるために縮小された画像データが送られ、指定された位置の局所コントラストを算出することによってデフォーカス量を決定する。また、画像処理部 425 から送られてきた縮小画像データは、距離マップ生成部 427 へ送られる。

10

20

30

40

50

【0035】

測光部414は、被写体の輝度を測定し、露光時間を制御する。シャッタ制御部415は、撮像デバイス418に対して適正な露光が行われるように、機械式シャッタを制御する。LCDモニタ417とバックライト416は、上述したように表示装置を構成する。

【0036】

画像処理部425は、デジタル信号処理プロセッサ(DSP)などから構成される。画素欠陥位置メモリ426は、撮像素子内の所定画素そのものに欠陥があることを記憶している不揮発性のメモリであるが、CPU402が実行するプログラム等を記憶するメモリも兼ねる。

【0037】

距離マップ生成部427は、測距部413から送られてきた縮小画像データとその撮影距離から、該縮小画像データにおける各画素の物体距離を算出し、距離マップを生成する。なお、距離マップの生成処理の詳細については後述する。ここで撮影距離とは、ピントを合わせた被写体から撮像素子面までの距離を指す。また物体距離とは、注目画素に対応する位置にある物体から撮像素子面までの距離を指す。すなわち、撮影距離は撮影画像に対して一意に決められた距離であり、物体距離は画素毎に決まる距離である。

【0038】

画像処理部425は、スイッチ(SW2)406がオンされた場合、画像データに対して距離マップ生成部427から得た距離マップを用いてシャープネス処理を適用する。なお、シャープネス処理の詳細については後述する。

【0039】

さらに、CPU402には、アナログ-デジタル変換器(A/D)423、画像データをバッファするバッファメモリ424などが接続されている。

【0040】

撮像素子によって画素毎の電気信号に変換された撮影画像は、A/Dコンバータ423や画像処理部425などによって処理され、画像データとして測距部413や記録メディア419aへ送られる。画像データが測距部413へ送られるのはAFモードがライブビューモードの場合であって、この場合の画像データは上述したように、転送速度を向上させるため画像処理部425によって縮小される。一方、画像データが記録メディア419aへ送られるのは、スイッチ(SW2)406がオンされた場合である。この場合、特に指定が無い限りは縮小処理を経ずに出力される。

【0041】

距離マップ生成処理

図4は、距離マップの一例を示す図である。

【0042】

本実施形態における距離マップは、撮影画像データの画像解像度と同じ解像度を有するビットマップであって、画素毎に、被写体までの距離(cm)を2バイトデータとして保持する。このような形式では無限遠が表現できないものの、65535cmを無限遠相当とみなすことができる。

【0043】

以下、本実施形態の距離マップ生成部427における距離マップ生成処理について詳細に説明する。

【0044】

本実施形態においては、画素毎の物体距離情報を必要とするため、距離マップを生成する方法としては、例えば特許文献1や特許文献2で述べられているリフォーカス処理を用いても良い。リフォーカス処理を用いる場合は、仮想的な撮像センサ位置を最短撮影距離相当から無限遠相当まで変化させることで、各画素の距離情報を取得可能である。また、特許文献3のような方法でも、距離マップを生成することができる。さらに、複数の視差画像から三角測量を用いて距離を推定する方法も考えられる。

【0045】

本実施形態では、撮影画像の解像度を保ちつつ高速に処理を実行するため、以下で述べる方法によって距離マップを生成する。

【0046】

A F 処理においては、自動または手動で選択された測距枠内の局所コントラストが最大になる部分を探索するため、ピントの調整範囲をサーチする。本実施形態におけるライブビューモードでの撮影時には、サーチ中の画像をカメラ背面のLCDモニタ417に表示するため、低い解像度ながらも撮影画像と同等の画角の画像を得ることができる。そこで本実施形態では、各画素について局所コントラストが最大になる距離を保持することで、低解像度な距離マップを生成する。

【0047】

実際のA F 処理では、最初に粗いサーチを行った後、ピントを合わせるために特定のレンジのみを細かくサーチすることになる。したがって、各画素について距離と局所コントラストを保持し、局所コントラストをスプライン補間することによって、物体距離を推定する。距離マップ生成部は、A F 処理においてサーチされた複数の探索ポイントの各々で取得された低解像度な撮影画像（縮小画像）から距離マップを生成する。

【0048】

図5は、本実施形態の距離マップ生成部427における低解像度な距離マップの生成処理を示すフローチャートである。

【0049】

まずステップS501において、測距部413から送られてくる各縮小画像データと、レンズ制御部407から送られてくる各縮小画像の撮影距離情報を取得する。そしてステップS502において、各縮小画像データに対し、画素ごとに局所コントラストを求め、縮小画像データごとのコントラストマップを生成する。ここで局所コントラストは、注目画素の輝度と、注目画素を中心とした予め定められた半径に含まれる画素の輝度値の平均との差とする。

【0050】

次にステップS503において、縮小画像データごとに生成された複数のコントラストマップを、ステップS501で取得した撮影距離の逆数の順にソートする。ここで、撮影距離の逆数を使う理由は、取得できる被写体距離の精度が、近距離であるほど高くなるためである。

【0051】

そして、ステップS504でカウンタ*i*を1に初期化し、ステップS505で*i*番目の画素の局所コントラストを複数のコントラストマップのそれぞれから読み出してスプライン補間し、図6のような撮影距離の逆数とコントラストの対応関係を生成する。ステップS506では、この生成された対応関係から局所コントラストが最大となる点（推定物体距離）を算出し、この点を挟む前後2つの縮小画像データの撮影距離の逆数を線形補間し、得られた値の逆数をとることで、*i*番目の画素の物体距離を算出する。

【0052】

そしてステップS507においてカウンタ*i*を1だけインクリメントし、ステップS508で*i*と縮小画像データの画素数を比較する。このとき、*i*が画素数より大きければ処理を終了し、そうでなければステップS505～S507の処理を繰り返す。

【0053】

以上の処理により、各画素における撮影距離を算出することができ、距離マップを生成することができる。

【0054】

図6は、測距枠で指定された領域以外の画素に関する物体距離の推定例を示す図である。同図において、横軸は撮影距離分の1、すなわち撮影距離の逆数を示し、縦軸はステップS502で求めたコントラストを示す。本実施形態では、全ての縮小画像データについてコントラストを算出し、スプライン補間したコントラスト値が最大になる位置を用いて、注目画素の物体距離を算出する。なお、図6に示す例では、注目画素が測距枠外領域で

10

20

30

40

50

あるため、推定物体距離は詳細サーチ範囲外になる。

【 0 0 5 5 】

最後に、上述した方法によって得た低い解像度の距離マップを拡大補間することによって、撮影画像と同等の解像度の距離マップを得る。この拡大補間としてはどのような方法を用いても良いが、本実施形態では、計算コストが低い割に好ましい補間結果が得られるバイキュービック補間を用いるとする。

【 0 0 5 6 】

以上の処理により、少ないメモリ使用量で、撮影画像と同等の解像度を持つ距離マップを生成することができる。

【 0 0 5 7 】

シャープネス処理

以下、本実施形態の特徴であるシャープネス処理について説明する。

【 0 0 5 8 】

主要被写体と背景との距離が離れている場合、主要被写体と背景との分離性を向上させることで、主要被写体を強調した好ましい結果を得ることができる。そこで本実施形態では、主要被写体と背景との境界に近いほど、強い輪郭強調処理が適用されるようにする。具体的には、注目画素についてその周囲画素との距離の変化量を算出し、この変化量が大きいほど、シャープネス補正の適用量が大きくなるように設定する。このような処理により、主要被写体と背景との距離が大きいほど、強いシャープネス補正を適用することができる。

【 0 0 5 9 】

本実施形態におけるシャープネス処理としては、アンシャープマスク処理を用いる。図7に、アンシャープマスク処理の概要を示す。同図に示すようにアンシャープマスク処理は、注目画素を中心とした局所領域に対してぼかしフィルタを適用し、ぼかし処理前後の画素値の差分を、注目画素の画素値に反映することで輪郭強調を実現する処理である。

【 0 0 6 0 】

処理対象の画素値 P に対するアンシャープマスク処理は、処理適用後画素値 P' 、ぼかしフィルタの半径 R 、適用量 A (%) を用いて以下の式(1)で表現できる。

【 0 0 6 1 】

$$P'(i, j) = P(i, j) + (P(i, j) - F(i, j, R)) \times A / 100 \quad \dots (1)$$

式(1)において $F(i, j, R)$ は、画素 $P(i, j)$ に対して半径 R のぼかしフィルタを適用して得られる画素値である。本実施形態におけるぼかし処理としては、ガウスぼかしを用いる。ガウスぼかしとは、処理対象画素からの距離に応じてガウス分布による重み付けを行って平均化を行う処理であり、自然な処理結果を得ることができる。また、ぼかしフィルタの半径 R の大きさは、シャープネス処理を適用したい画像上の周波の波長に関する。すなわち、 R が小さいほど細かい模様が強調され、 R が大きいほど緩やかな模様が強調される。

【 0 0 6 2 】

図8は、本実施形態におけるシャープネス処理を示すフローチャートである。

【 0 0 6 3 】

まずステップ S801 において、処理対象となる画像データに対して、仮のシャープネス処理パラメータとして、半径 r および適用量 a を設定しておく。そしてステップ S802 で、画素参照用の変数 i, j を 0 に初期化する。

【 0 0 6 4 】

ステップ S803 では、処理対象画素 $P(i, j)$ に対応する距離マップ上のデータ $d(i, j)$ を参照し、局所的な距離の変化量 d を取得する。なお、局所的な距離の変化量 d の算出方法については後述する。

【 0 0 6 5 】

ステップ S804 では、ステップ S801 で算出した仮のシャープネス処理パラメータ r および a を、ステップ S803 で求めた局所的な距離の変化量 d を用いて補正し、シ

10

20

30

40

50

シャープネス処理パラメータ R および A を決定する。なお、シャープネス処理パラメータの補正方法の詳細については後述する。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 8 0 5 では、ステップ S 8 0 4 で決定したシャープネス処理パラメータ R , A にしたがって、処理対象画素に対してシャープネス処理を適用する。そしてステップ S 8 0 6 において、画素参照用変数 i , j を更新する。この更新はすなわち、i を 1 ずつインクリメントしていき、i が処理対象画像データの幅と同じ値になった場合に、i を 0 にして j をインクリメントする。

【 0 0 6 7 】

ステップ S 8 0 7 では、全ての画素に対してシャープネス処理を適用したか否かを判定し、処理を適用していない画素がある場合にはステップ S 8 0 3 へ戻る。一方、全ての画素に対して処理を適用した場合、つまり j が処理対象画像データの高さと同じ値になった場合には、処理を終了する。

10

【 0 0 6 8 】

なお、本実施形態において設定される仮のシャープネス処理パラメータとしては、予めユーザによって指定された半径 r、適用量 a であるとする。例えば、仮のシャープネス処理パラメータの初期値として、半径 r を 1 0、適用量 a を 1 0 0 として設定する。

【 0 0 6 9 】

局所的な距離の変化量 d の算出方法

ここで、上述したステップ S 8 0 3 における局所的な距離の変化量 d の算出方法について、詳細に説明する。

20

【 0 0 7 0 】

処理対象である注目画素 P (i , j) に対応する距離マップ上のデータを d (i , j)、該注目画素 P (i , j) を中心とした半径 L の領域に含まれる全ての周辺画素に対応する距離マップ上のデータを d (p , q) とする。この場合、本実施形態では、注目画素 P に対応する局所的な距離の変化量 d (i , j) を、下式で定義する。

【 0 0 7 1 】

$$d(i, j) = (| d(i, j) - d(p, q) |) / n \quad \dots (2)$$

つまり、注目画素 P と周辺画素との物体距離の差の絶対値を平均化した値を、局所的な距離の変化量 d とする。ここで n は、周辺画素と判断された画素のピクセル数である。なお、アンシャープマスク処理で用いる半径 R と、周辺画素の判定用の半径 L は独立に決定しても良い。

30

【 0 0 7 2 】

したがって、周辺画素も含めた領域が同一被写体に含まれる場合、d (i , j) は小さくなり、異なるオブジェクトに跨る場合には d (i , j) が大きくなる可能性が高くなるのが分かる。特に、主要被写体と背景が離れている場合、その境界付近では d (i , j) が非常に大きな値をとる。

【 0 0 7 3 】

なお本実施形態では、処理対象画素と周辺画素との距離に関係なく、半径 L に含まれる画素を全て対等に扱う例を示したが、例えばガウス分布などを用いて処理対象画素と周辺画素の距離を考慮して、局所的な距離の変化量 d を算出しても良い。

40

【 0 0 7 4 】

シャープネス処理パラメータの補正方法

次に、上述したステップ S 8 0 4 におけるシャープネス処理パラメータの補正方法について、詳細に説明する。

【 0 0 7 5 】

本実施形態では、シャープネス処理パラメータのうち、適用量 A を変化させる。処理対象となる注目画素 P (i , j) に対するシャープネス適用量 A (i , j) は、次式を用いて算出する。

【 0 0 7 6 】

50

$$A(i, j) = a \times (1 - 1 / d(i, j)) \quad \dots (3)$$

式(3)においてaは、ステップS801で仮のシャープネス適用パラメータとして設定された適用量である。式(3)によれば、局所的な距離の変化量 $d(i, j)$ が大きいほど、シャープネス適用量 $A(i, j)$ が大きくなるのが分かる。したがって本実施形態によれば、周囲画素との距離の変化量が大きい画素に対して、より強いシャープネスを適用することができる。

【0077】

以上説明したように本実施形態によれば、局所的な距離の変化量に応じてシャープネス処理を適用する。すなわち、局所的な距離の変化量が大きいほど先鋭度が向上するようにシャープネスを適用することによって、被写体と背景の分離性を向上させることが可能となる。

10

【0078】

<第2実施形態>

以下、本発明に係る第2実施形態について説明する。

【0079】

上述した第1実施形態で説明したように、アンシャープマスクによる輪郭強調処理は、フィルタの半径Rが、輪郭強調の対象となる周波数に関係する。そのため、半径Rが小さい場合には被写体表面の微細なテクスチャが強調され、半径Rが大きい場合にはオブジェクトとその他の領域との境界を強調するのに適している。

【0080】

20

そこで第2実施形態では、シャープネスの強さではなく、シャープネスフィルタ（アンシャープマスク）の半径Rを、注目画素とその周囲画素との局所的な距離の変化量 d によって決定する方法について説明する。

【0081】

第2実施形態におけるシャープネス処理は、上述した第1実施形態と同様に図8のフローチャートに示す手順によって実行されるが、シャープネス処理パラメータの補正方法が異なる。また、局所的な距離の変化量 d の算出方法については、上述した第1実施形態と同様の方法であっても良いが、第2実施形態ではさらに別の方法を示す。すなわち第2実施形態におけるシャープネス処理としては、図8のステップS803における局所的な距離の変化量 d の算出方法と、ステップS804におけるシャープネス処理パラメータの補正方法が、上述した第1実施形態とは異なる。以下、これら第1実施形態との相違点について説明する。

30

【0082】

局所的な距離の変化量 d の算出方法

まず、ステップS803における局所的な距離の変化量 d の算出方法について、詳細に説明する。

【0083】

第2実施形態では、処理対象画素を中心とした4方向の勾配を考慮して、局所的な距離の変化量 d を算出する。

【0084】

40

図9に、第2実施形態における局所的な距離の変化量 d の算出処理のフローチャートを示す。

【0085】

まずステップS901において、図10に示すように処理対象画素Pを中心とした4組の周辺画素対を勾配算出画素対（A1-A2, B1-B2, C1-C2, D1-D2）として選択する。そしてステップS902において、上記4組のうち、勾配算出画素対間の距離変化が単調増加、あるいは単調減少である画素対を選択する。そして、選択された画素対のそれぞれについて、次式によって距離の変化量 D を算出する。

【0086】

$$D = (|P1 - P(i, j)| + |P2 - P(i, j)|) / 2 \quad \dots (4)$$

50

式(4)においてP1, P2は、勾配算出画素対として選択された2画素それぞれの物体距離とする。

【0087】

そしてステップS903では、ステップS902で1つ以上の変化量Dが得られたか否かを判定し、得られた場合にはステップS904へ進み、得られなかった場合にはステップS905へ進む。つまり、ステップS901において選択された4組から勾配算出画素対間の距離変化が単調増加、あるいは単調減少である画素対が選択された場合はステップS904に進み、選択されなかった場合はステップS905へ進む。

【0088】

ステップS904では、得られた変化量Dを局所的な距離の変化量dを決定する。このとき、複数の勾配算出画素対についてDが得られた、すなわち複数の勾配算出画素対の間が単調増加、あるいは単調減少であった場合には、距離の変化量Dが最大になる値を選択して、これを局所的な距離の変化量dとする。

10

【0089】

一方、ステップS905では、上述した第1実施形態と同様の方法によって、局所的な距離の変化量dを算出する。

【0090】

第2実施形態では、以上のような処理により、被写体の輪郭をより強く反映した局所的な距離の変化量dを算出することができる。

【0091】

20

なお、第2実施形態では1つの勾配算出画素対における距離の変化量Dを選択し、これを局所的な距離の変化量dとして算出する例を示したが、最大n個(例えば2つ)の勾配算出画素対を選択し、Dの加重平均等を行ってdを算出しても良い。また、選択された勾配算出画素対の周辺において、隣接する画素の局所的な距離の変化量dが極端に変動する可能性がある。そのため、一旦全ての画素について局所的な距離の変化量を算出し、ガウスぼかしフィルタ等を適用して隣接画素間の変動を抑制しても良い。

【0092】

シャープネス処理パラメータの補正方法

次に、ステップS804におけるシャープネス処理パラメータの補正方法について、詳細に説明する。

30

【0093】

第2実施形態では、シャープネス処理パラメータのうち、シャープネスフィルタの半径Rを変化させる。処理対象となる注目画素P(i, j)に対するシャープネス処理の半径R(i, j)は、次式を用いて算出する。

【0094】

$$R(i, j) = r \times (1 - 1 / d(i, j)) \quad \dots (5)$$

式(5)においてrは、ステップS801で仮のシャープネス適用パラメータとして設定された半径である。なお、式(5)によって半径Rが0.5未満として算出された場合には、R=0.5とする。式(5)によれば、局所的な距離の変化量d(i, j)が大きいほど、シャープネス処理の半径R(i, j)が大きくなるのが分かる。したがって本実施形態によれば、周囲画素との距離の変化量大きいほど、低い周波数の領域に対してシャープネスを適用することができる。

40

【0095】

アンシャープマスク処理の半径を小さくすると、同じ適用量であっても相対的に弱くシャープネスがかかって見える場合がある。そこで第2実施形態においては、半径Rとあわせて適用量Aについても、次式のように補正する。

【0096】

$$A(i, j) = a \times (w - R(i, j) / r) \quad \dots (6)$$

式(6)においてaおよびrは、ステップS801で仮のシャープネス適用パラメータとして設定された適用量および半径である。またwは、シャープネスを強く適用させるため

50

の係数であり、局所的な距離の変化量 $d(i, j)$ が小さいために半径 R が小さくなってしまった場合に、最大 w 倍強く、シャープネスが適用されるようにする。例えば第2実施形態では、 $w = 2$ とする。

【0097】

一般に、撮影距離が近いと被写体と背景の距離差が大きくなりやすく、被写界深度は浅くなる傾向にある。逆に、撮影距離が遠いと被写界深度が深くなりやすい。また、レンズの F 値が小さいほど被写界深度が浅くなる。さらに、レンズの焦点距離が小さいほど、被写界深度が深くなりやすいという傾向がある。

【0098】

被写界深度が浅い場合、主要被写体と背景をよりはっきりと分離させたいという撮影意図があることが多い。したがってこの場合、被写界深度が浅く局所距離差が大きいほど、シャープネス適用半径 R が大きくなるように設定すれば良い。逆に、被写界深度外のぼけた領域に対して、半径 R に小さい値を指定してアンシャープマスク処理を適用すると、ノイズを強調するだけになってしまうことが多い。したがってこの場合、同一被写体が被写界深度内と被写界深度外に跨る可能性が高いため、被写界深度が浅く局所距離差が小さいほど、シャープネス適用量 A が小さくなるように設定すれば良い。

【0099】

このように第2実施形態では、さらに撮影画像の撮影条件（撮影距離、レンズの F 値、レンズの焦点距離等）を取得し、該条件と物体距離の差に基づいて、シャープネス適用パラメータ設定を行っても良い。

【0100】

また、第2実施形態では、式(4)～(6)のシャープネス適用パラメータの補正量演算式において、撮影距離からの相対距離を考慮していないが、局所的な距離の変化量とあわせて該相対距離を用いて、シャープネス適用パラメータを算出しても良い。

【0101】

シャープネス処理の具体例

ここで、第2実施形態におけるシャープネス処理の具体例を示す。

【0102】

以下、図11のようなスタジオを用意して被写体（この例の場合、チャート）を撮影した場合を例として説明する。

【0103】

特にシャープネスを適用しない場合、撮影されたオリジナル画像は図12Aに示すように得られる。

【0104】

また、画像全体に一律に小さい半径のシャープネスを適用すると、図12Bに示すような撮影画像が得られる。図12Bによれば、被写体（チャート）を拡大すると微細なテクスチャが強調されるものの、縮小表示すると、解像感はオリジナル画像に近いものになってしまう。逆に、半径の大きいシャープネスを画面全体に適用した場合、図12Cに示すような撮影画像が得られる。図12Cによれば、縮小画像では被写体におけるエッジ部および背景との境界部が太くなって先鋭度が増すものの、被写体表面のテクスチャは強調されず、場合によっては潰れてしまうため、拡大表示した場合の精細感に欠けてしまう。

【0105】

そこで、第2実施形態の方法、すなわちアンシャープマスクの半径 R を局所的な距離の変化量に基づいて決定してシャープネスを適用すると、図12Dに示すような結果が得られる。図12Dによれば、被写体の周囲部分（境界部分）には半径の大きいアンシャープマスク処理が適用され、被写体の周囲部分以外や背景紙部分には半径の小さいアンシャープマスク処理が適用される。したがって、画像を拡大した場合には被写体表面のテクスチャがはっきりと描写され、画像を縮小した場合でも被写体のエッジ部が太くなり、被写体と背景がくっきりと分離するように、撮影画像データを表示することができる。

【0106】

10

20

30

40

50

以上説明したように第2実施形態によれば、アンシャープマスクの半径Rを局所的な距離の変化量 d によって決定する。これにより、画面全体に同じパラメータでアンシャープマスク処理を適用した場合に比べ、被写体表面の細かいテクスチャを強調しつつ、被写体と背景の分離性を向上した画像を得ることができ、被写界深度に関わらず常に好適な撮影画像を得ることができる。

【0107】

なお、第2実施形態では、局所的な距離の変化量 d に応じてシャープネスフィルタの半径R、すなわちフィルタサイズを設定する例を示したが、該変化量 d に応じてフィルタ係数を制御するようにしても良い。

【0108】

<その他の実施形態>

本発明は例えば、システム、装置、方法、プログラム若しくは記憶媒体(記録媒体)等としての実施態様をとることが可能である。具体的には、複数の機器(例えば、ホストコンピュータ、インタフェース機器、撮像装置、webアプリケーション、プリンタ等)から構成されるシステムに適用しても良いし、また、一つの機器からなる装置に適用しても良い。

【0109】

尚本発明は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムを、システムあるいは装置に直接あるいは遠隔から供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータが該供給されたプログラムコードを読み出して実行することによっても達成される。なお、この場合のプログラムとは、実施形態において図に示したフローチャートに対応したコンピュータ可読のプログラムである。

【0110】

従って、本発明の機能処理をコンピュータで実現するために、該コンピュータにインストールされるプログラムコード自体も本発明を実現するものである。つまり、本発明は、本発明の機能処理を実現するためのコンピュータプログラム自体も含まれる。

【0111】

その場合、プログラムの機能を有していれば、オブジェクトコード、インタプリタにより実行されるプログラム、OSに供給するスクリプトデータ等の形態であっても良い。

【0112】

プログラムを供給するための記録媒体としては、以下に示す媒体がある。例えば、フロッピー(登録商標)ディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、MO、CD-ROM、CD-R、CD-RW、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM、DVD(DVD-ROM、DVD-R)などである。

【0113】

プログラムの供給方法としては、以下に示す方法も可能である。すなわち、クライアントコンピュータのブラウザからインターネットのホームページに接続し、そこから本発明のコンピュータプログラムそのもの(又は圧縮され自動インストール機能を含むファイル)をハードディスク等の記録媒体にダウンロードする。また、本発明のプログラムを構成するプログラムコードを複数のファイルに分割し、それぞれのファイルを異なるホームページからダウンロードすることによっても実現可能である。つまり、本発明の機能処理をコンピュータで実現するためのプログラムファイルを複数のユーザに対してダウンロードさせるWWWサーバも、本発明に含まれるものである。

【0114】

また、本発明のプログラムを暗号化してCD-ROM等の記憶媒体に格納してユーザに配布し、所定の条件をクリアしたユーザに対し、インターネットを介してホームページから暗号化を解く鍵情報をダウンロードさせることも可能である。すなわち該ユーザは、その鍵情報を使用することによって暗号化されたプログラムを実行し、コンピュータにインストールさせることができる。

【0115】

10

20

30

40

50

また、コンピュータが、読み出したプログラムを実行することによって、前述した実施形態の機能が実現される。さらに、そのプログラムの指示に基づき、コンピュータ上で稼動しているOSなどが、実際の処理の一部または全部を行い、その処理によっても前述した実施形態の機能が実現され得る。

【0116】

さらに、記録媒体から読み出されたプログラムが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書き込まれた後、実行されることによっても、前述した実施形態の機能が実現される。すなわち、該プログラムの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行うことが可能である。

10

【図面の簡単な説明】

【0117】

【図1】デジタルカメラの外観図である。

【図2】デジタルカメラの垂直断面図である。

【図3】デジタルカメラの制御、撮影および画像処理に関する構成例を示すブロック図である。

【図4】距離マップの一例を示す図である。

【図5】本実施形態における低解像度な距離マップの生成処理を示すフローチャートである。

【図6】測距枠で指定された領域以外の画素に関する物体距離の推定例を示す図である。

20

【図7】アンシャープマスク処理の概要を示す図である。

【図8】本実施形態におけるシャープネス処理を示すフローチャートである。

【図9】第2実施形態における局所的な距離の変化量 d の算出処理を示すフローチャートである。

【図10】処理対象画素Pを中心とした4対の勾配算出画素例を示す図である。

【図11】被写体を撮影する様子を示す図である。

【図12A】、

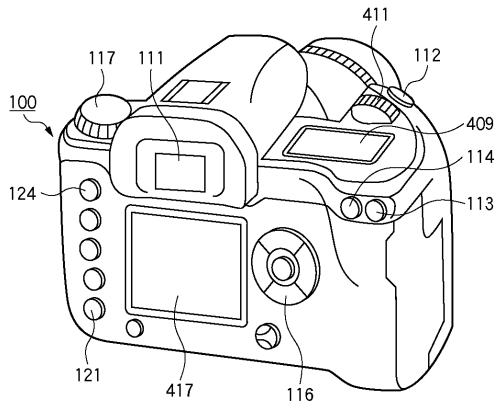
【図12B】、

【図12C】、

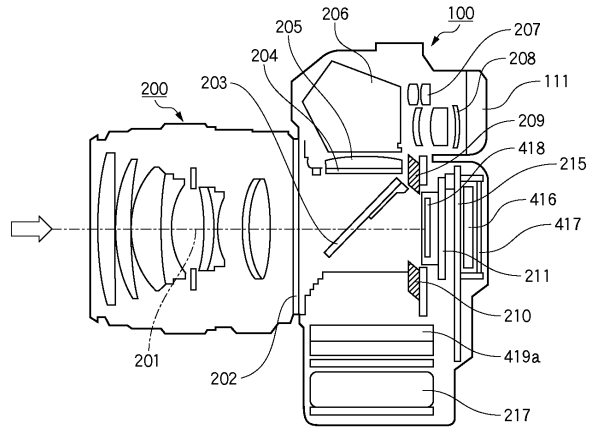
【図12D】第2実施形態におけるシャープネス処理の具体例を示す図である。

30

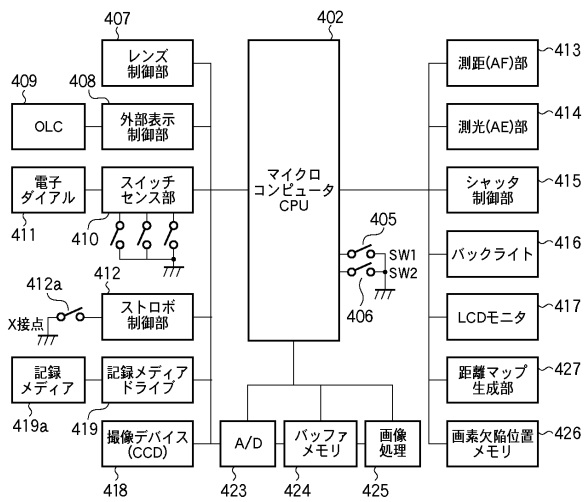
【図1】



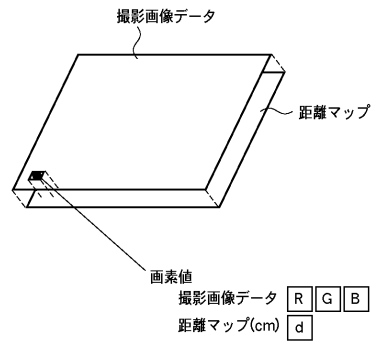
【図2】



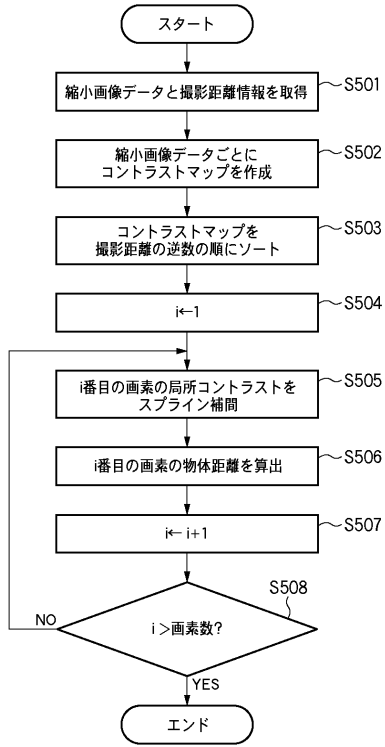
【図3】



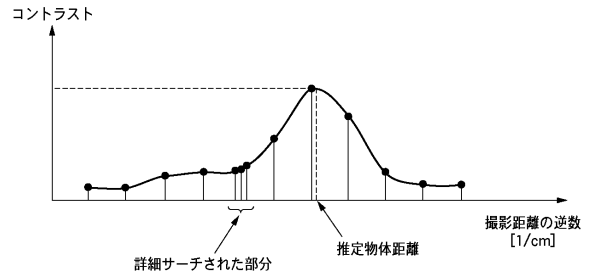
【図4】



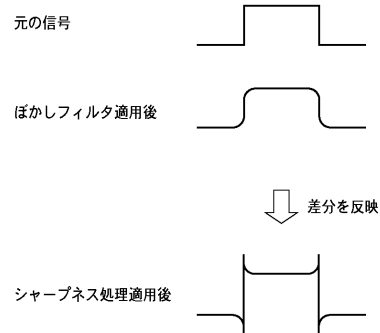
【図5】



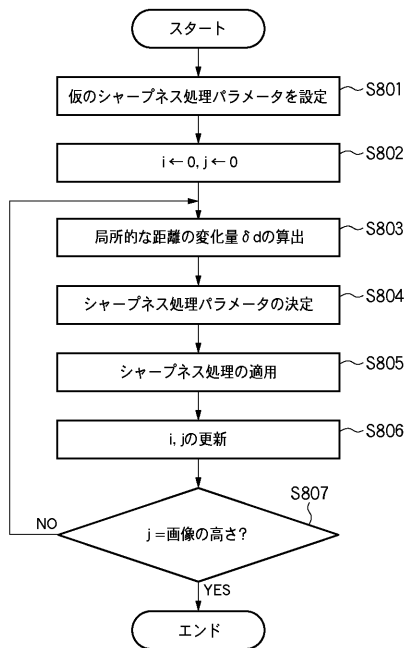
【図6】



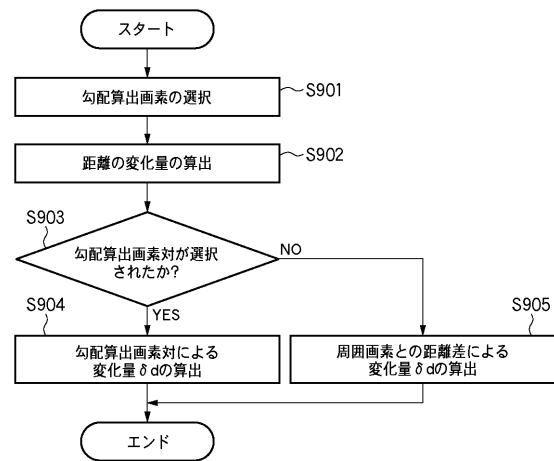
【図7】



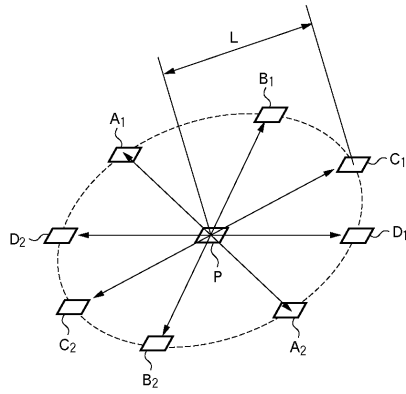
【図8】



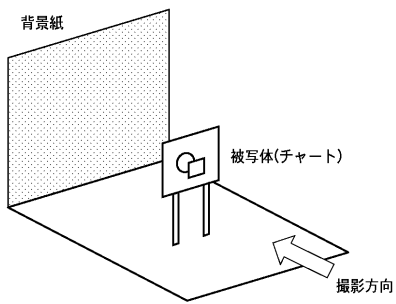
【図9】



【図10】

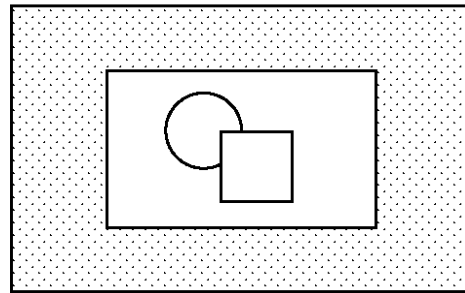


【図11】



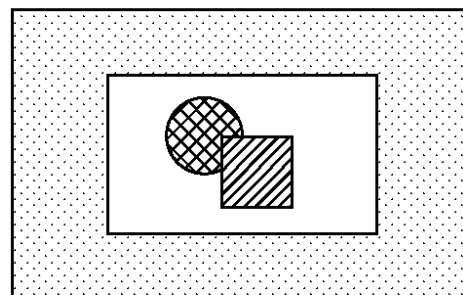
【図12A】

オリジナル画像



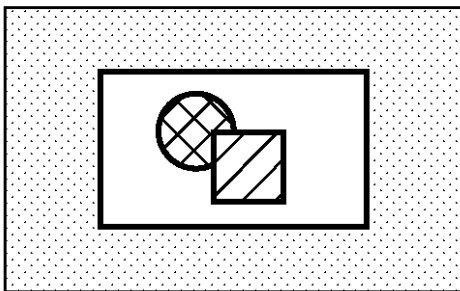
【図12B】

半径の小さいアンシャープマスク処理



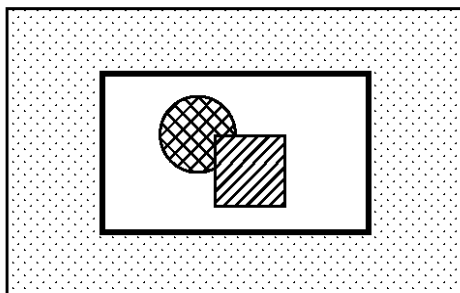
【図12C】

半径の大きいアンシャープマスク処理



【図12D】

局所的な距離の変化量を利用した場合



フロントページの続き

(72)発明者 小谷 拓矢
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 宮下 誠

(56)参考文献 特開平07-139912(JP,A)
特開2008-243184(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/222

G06T 1/00

H04N 5/14

H04N 1/40