

(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2016-111489

(P2016-111489A)

(43) 公開日 平成28年6月20日 (2016. 6. 20)

(51) Int.Cl.

H04N 1/409 (2006.01)

F I

H04N 1/40 1 O 1 D

テーマコード (参考)

5C077

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 39 頁)

(21) 出願番号 特願2014-246423 (P2014-246423)
(22) 出願日 平成26年12月5日 (2014. 12. 5)

(71) 出願人 512187343
三星ディスプレイ株式会社
Samsung Display Co., Ltd.
大韓民国京畿道龍仁市器興区三星路 1
(74) 代理人 110000981
アイ・ピー・ディー国際特許業務法人
(72) 発明者 鈴木 賢司
神奈川県横浜市鶴見区菅沢町 2-7 株式会社サムスン日本研究所内
Fターム(参考) 5C077 LL19 PP03 PP47 PQ18

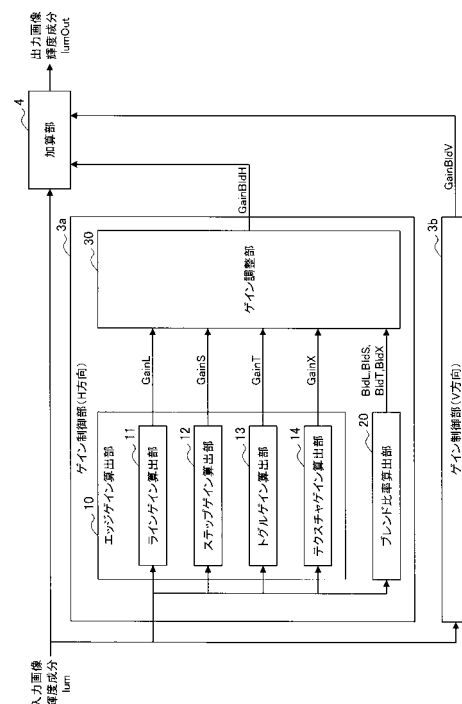
(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法、及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】 リンギングの発生を抑制し、かつ、より好適な状態でエッジを強調する。

【解決手段】 入力画像データ中の各画素を注目画素として、注目画素と周辺画素とのそれぞれの画素値に基づき、あらかじめ決められた複数種類のエッジそれぞれに対応する第1のゲインを算出するゲイン算出部と、注目画素及び周辺画素それぞれの画素値に基づき、複数種類のエッジそれぞれの確からしさを示す特徴量を算出し、算出した当該特徴量に基づき、エッジごとに算出された第1のゲインに対する重みを算出するブレンド比率算出部と、エッジごとに算出された第1のゲインそれぞれと、当該第1のゲインに対する重みとに基づき、第2のゲインを算出するゲイン調整部と、入力画像データ中の各画素の画素値に対して、当該画素を注目画素とした場合の第2のゲインを適用することで、出力画像データを生成する出力画像生成部と、を備えたことを特徴とする画像処理装置。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力画像データ中の各画素を注目画素として、前記注目画素と、当該注目画素の周辺に位置する周辺画素とのそれぞれの画素値に基づき、あらかじめ決められた複数種類のエッジそれぞれに対応する第 1 のゲインを算出するゲイン算出部と、

前記注目画素及び前記周辺画素それぞれの画素値に基づき、前記複数種類のエッジそれぞれの確からしさを示す特徴量を算出し、算出した当該特徴量に基づき、前記エッジごとに算出された前記第 1 のゲインに対する重みを算出するブレンド比率算出部と、

前記エッジごとに算出された前記第 1 のゲインそれぞれと、当該第 1 のゲインに対する前記重みとに基づき、第 2 のゲインを算出するゲイン調整部と、

前記入力画像データ中の各画素の画素値に対して、当該画素を前記注目画素とした場合の前記第 2 のゲインを適用することで、出力画像データを生成する出力画像生成部と、

を備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記ブレンド比率算出部は、前記複数種類のエッジのうち、少なくとも一部のエッジの確からしさを示す前記特徴量を、前記注目画素を基準とした所定の範囲内に含まれる画素それぞれについて算出された勾配及びラプラシアンに基づき算出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】

前記ブレンド比率算出部は、

前記複数種類のエッジのうち、第 1 のエッジについて、

前記所定の範囲に含まれる画素それぞれについて算出された、前記勾配及び前記ラプラシアンに基づく第 1 の特徴量の中から、当該第 1 の特徴量の最大値及び最小値を抽出し、

前記最大値及び最小値それぞれの絶対値の差分に基づき、当該第 1 のエッジの確からしさを示す第 2 の特徴量を算出する

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】

前記ブレンド比率算出部は、

前記複数種類のエッジのうち、第 2 のエッジについて、

前記所定の範囲に含まれる画素それぞれについて算出された、前記勾配及び前記ラプラシアンに基づく第 1 の特徴量の中から、当該第 1 の特徴量の最大値及び最小値を抽出し、

前記最大値及び最小値の差分と、当該最大値及び最小値の平均とに基づき、当該第 2 のエッジの確からしさを示す第 2 の特徴量を算出する

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 5】

前記ブレンド比率算出部は、前記複数種類のエッジのうち、第 3 のエッジの確からしさを示す前記特徴量を、前記注目画素を基準とした所定の範囲内に含まれる画素それぞれについて算出された勾配に基づき算出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 6】

前記ブレンド比率算出部は、前記所定の範囲に含まれる画素それぞれについて算出された前記勾配の最大値及び最小値の差分と、前記注目画素について算出された前記勾配の絶対値とに基づき、前記第 3 のエッジの確からしさを示す前記特徴量を算出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】

前記ブレンド比率算出部は、前記複数種類のエッジのうち、第 4 のエッジの確からしさを示す前記特徴量を、前記注目画素を基準とした所定の範囲内に含まれる画素それぞれについて算出されたラプラシアンに基づき算出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 8】

前記ブレンド比率算出部は、前記所定の範囲に含まれる画素それぞれについて算出された前記ラプラシアン の 最大値及び最小値それぞれの絶対値のうち、より大きい値を、前記第 4 のエッジの確からしさを示す前記特徴量とすることを特徴とする、請求項 7 に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記ゲイン算出部は、前記複数種類のエッジそれぞれに対応する前記第 1 のゲインを、当該エッジごとにあらかじめ決められた計算式に基づき算出することを特徴とする、請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記出力画像生成部は、前記入力画像データ中の各画素の画素値に対して、当該入力画像データ中の互いに異なる方向それぞれについて算出された前記第 2 のゲインを適用することで、前記出力画像データを生成することを特徴とする、請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

10

【請求項 11】

前記ゲイン算出部は、前記注目画素及び前記周辺画素それぞれの輝度成分に基づき、前記複数種類のエッジそれぞれに対応する前記第 1 のゲインを算出し、

前記ブレンド比率算出部は、前記注目画素及び前記周辺画素それぞれの輝度成分に基づき、前記複数種類のエッジそれぞれの確からしさを示す前記特徴量を算出し、

前記出力画像生成部は、前記入力画像データ中の各画素の輝度成分に対して、当該画素を前記注目画素とした場合の前記第 2 のゲインを適用することで、前記出力画像データを生成する

20

ことを特徴とする、請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 12】

第 1 の解像度の第 1 の画像データに所定の拡大処理を施すことで、前記第 1 の解像度よりも高い第 2 の解像度の第 2 の画像データに変換し、当該第 2 の画像データを前記入力画像データとして出力する拡大処理部を備えることを特徴とする、請求項 1 ～ 11 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 13】

入力画像データ中の各画素を注目画素として、前記注目画素と、当該注目画素の周辺に位置する周辺画素とのそれぞれの画素値に基づき、あらかじめ決められた複数種類のエッジそれぞれに対応する第 1 のゲインを算出することと、

30

前記注目画素及び前記周辺画素それぞれの画素値に基づき、前記複数種類のエッジそれぞれの確からしさを示す特徴量を算出し、算出した当該特徴量に基づき、前記エッジごとに算出された前記第 1 のゲインに対する重みを算出することと、

前記エッジごとに算出された前記第 1 のゲインそれぞれと、当該第 1 のゲインに対する前記重みに基づき、第 2 のゲインを算出することと、

前記入力画像データ中の各画素の画素値に対して、当該画素を前記注目画素とした場合の前記第 2 のゲインを適用することで、出力画像データを生成することと、

を含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 14】

40

コンピュータに、

入力画像データ中の各画素を注目画素として、前記注目画素と、当該注目画素の周辺に位置する周辺画素とのそれぞれの画素値に基づき、あらかじめ決められた複数種類のエッジそれぞれに対応する第 1 のゲインを算出することと、

前記注目画素及び前記周辺画素それぞれの画素値に基づき、前記複数種類のエッジそれぞれの確からしさを示す特徴量を算出し、算出した当該特徴量に基づき、前記エッジごとに算出された前記第 1 のゲインに対する重みを算出することと、

前記エッジごとに算出された前記第 1 のゲインそれぞれと、当該第 1 のゲインに対する前記重みに基づき、第 2 のゲインを算出することと、

前記入力画像データ中の各画素の画素値に対して、当該画素を前記注目画素とした場合

50

の前記第 2 のゲインを適用することで、出力画像データを生成することと、
を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、画像処理方法、及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

画像をより明晰にするために、画像中の輪郭などのエッジを強調するための画像処理を、当該画像に対して施す場合がある。このようなエッジを強調するための画像処理の具体的な一例として、アンシャープマスク処理が挙げられる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2000-115526 公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一方で、入力画像に対してアンシャープマスク処理を施した場合に、当該処理により、所謂、リングングと呼ばれる、入力画像中に本来は存在しない虚像が発生する場合がある。これは、入力画像に対してアンシャープマスク処理を施した場合に、当該処理により、エッジ部分にアンダーシュートやオーバーシュートが発生することに起因する。

【0005】

これに対して、特許文献 1 には、アンダーシュートやオーバーシュートが発生した部分に対してクリップ処理を適用することにより、リングングの発生を抑制し、かつ、エッジを強調することが可能な技術（即ち、画像処理）の一例が開示されている。しかしながら、特許文献 1 に係る技術では、特に、所謂自然画のように、階調の変化が複雑な画像を処理対象とした場合に、リングングの発生は抑制されるものの、当該クリップ処理により、エッジ近傍の階調が損なわれる場合がある。

【0006】

そこで、本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的とするところは、リングングの発生を抑制し、かつ、より好適な態様でエッジを強調することが可能な、画像処理装置、画像処理方法、及びプログラムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明のある観点によれば、入力画像データ中の各画素を注目画素として、前記注目画素と、当該注目画素の周辺に位置する周辺画素とのそれぞれの画素値に基づき、あらかじめ決められた複数種類のエッジそれぞれに対応する第 1 のゲインを算出するゲイン算出部と、前記注目画素及び前記周辺画素それぞれの画素値に基づき、前記複数種類のエッジそれぞれの確からしさを示す特徴量を算出し、算出した当該特徴量に基づき、前記エッジごとに算出された前記第 1 のゲインに対する重みを算出するブレンド比率算出部と、前記エッジごとに算出された前記第 1 のゲインそれぞれと、当該第 1 のゲインに対する前記重みとに基づき、第 2 のゲインを算出するゲイン調整部と、前記入力画像データ中の各画素の画素値に対して、当該画素を前記注目画素とした場合の前記第 2 のゲインを適用することで、出力画像データを生成する出力画像生成部と、を備えたことを特徴とする画像処理装置が提供される。

【0008】

前記ブレンド比率算出部は、前記複数種類のエッジのうち、少なくとも一部のエッジの

10

20

30

40

50

確からしさを示す前記特徴量を、前記注目画素を基準とした所定の範囲内に含まれる画素それぞれについて算出された勾配及びラプラシアンに基づき算出してもよい。

【0009】

前記ブレンド比率算出部は、前記複数種類のエッジのうち、第1のエッジについて、前記所定の範囲に含まれる画素それぞれについて算出された、前記勾配及び前記ラプラシアンに基づく第1の特徴量の中から、当該第1の特徴量の最大値及び最小値を抽出し、前記最大値及び最小値それぞれの絶対値の差分に基づき、当該第1のエッジの確からしさを示す第2の特徴量を算出してもよい。

【0010】

前記ブレンド比率算出部は、前記複数種類のエッジのうち、第2のエッジについて、前記所定の範囲に含まれる画素それぞれについて算出された、前記勾配及び前記ラプラシアンに基づく第1の特徴量の中から、当該第1の特徴量の最大値及び最小値を抽出し、前記最大値及び最小値の差分と、当該最大値及び最小値の平均とに基づき、当該第2のエッジの確からしさを示す第2の特徴量を算出してもよい。

10

【0011】

前記ブレンド比率算出部は、前記複数種類のエッジのうち、第3のエッジの確からしさを示す前記特徴量を、前記注目画素を基準とした所定の範囲内に含まれる画素それぞれについて算出された勾配に基づき算出してもよい。

【0012】

前記ブレンド比率算出部は、前記所定の範囲に含まれる画素それぞれについて算出された前記勾配の最大値及び最小値の差分と、前記注目画素について算出された前記勾配の絶対値とに基づき、前記第3のエッジの確からしさを示す前記特徴量を算出してもよい。

20

【0013】

前記ブレンド比率算出部は、前記複数種類のエッジのうち、第4のエッジの確からしさを示す前記特徴量を、前記注目画素を基準とした所定の範囲内に含まれる画素それぞれについて算出されたラプラシアンに基づき算出してもよい。

【0014】

前記ブレンド比率算出部は、前記所定の範囲に含まれる画素それぞれについて算出された前記ラプラシアンの最大値及び最小値それぞれの絶対値のうち、より大きい値を、前記第4のエッジの確からしさを示す前記特徴量としてもよい。

30

【0015】

前記ゲイン算出部は、前記複数種類のエッジそれぞれに対応する前記第1のゲインを、当該エッジごとにあらかじめ決められた計算式に基づき算出してもよい。

【0016】

前記出力画像生成部は、前記入力画像データ中の各画素の画素値に対して、当該入力画像データ中の互いに異なる方向それぞれについて算出された前記第2のゲインを適用することで、前記出力画像データを生成してもよい。

【0017】

前記ゲイン算出部は、前記注目画素及び前記周辺画素それぞれの輝度成分に基づき、前記複数種類のエッジそれぞれに対応する前記第1のゲインを算出し、前記ブレンド比率算出部は、前記注目画素及び前記周辺画素それぞれの輝度成分に基づき、前記複数種類のエッジそれぞれの確からしさを示す前記特徴量を算出し、前記出力画像生成部は、前記入力画像データ中の各画素の輝度成分に対して、当該画素を前記注目画素とした場合の前記第2のゲインを適用することで、前記出力画像データを生成してもよい。

40

【0018】

第1の解像度の第1の画像データに所定の拡大処理を施すことで、前記第1の解像度よりも高い第2の解像度の第2の画像データに変換し、当該第2の画像データを前記入力画像データとして出力する拡大処理部を備えてもよい。

【0019】

また、上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、入力画像データ中の各

50

画素を注目画素として、前記注目画素と、当該注目画素の周辺に位置する周辺画素とのそれぞれの画素値に基づき、あらかじめ決められた複数種類のエッジそれぞれに対応する第1のゲインを算出することと、前記注目画素及び前記周辺画素それぞれの画素値に基づき、前記複数種類のエッジそれぞれの確からしさを示す特徴量を算出し、算出した当該特徴量に基づき、前記エッジごとに算出された前記第1のゲインに対する重みを算出することと、前記エッジごとに算出された前記第1のゲインそれぞれと、当該第1のゲインに対する前記重みとに基づき、第2のゲインを算出することと、前記入力画像データ中の各画素の画素値に対して、当該画素を前記注目画素とした場合の前記第2のゲインを適用することと、出力画像データを生成することと、を含むことを特徴とする画像処理方法が提供される。

10

【0020】

また、上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、コンピュータに、

入力画像データ中の各画素を注目画素として、前記注目画素と、当該注目画素の周辺に位置する周辺画素とのそれぞれの画素値に基づき、あらかじめ決められた複数種類のエッジそれぞれに対応する第1のゲインを算出することと、前記注目画素及び前記周辺画素それぞれの画素値に基づき、前記複数種類のエッジそれぞれの確からしさを示す特徴量を算出し、算出した当該特徴量に基づき、前記エッジごとに算出された前記第1のゲインに対する重みを算出することと、前記エッジごとに算出された前記第1のゲインそれぞれと、当該第1のゲインに対する前記重みとに基づき、第2のゲインを算出することと、前記入力画像データ中の各画素の画素値に対して、当該画素を前記注目画素とした場合の前記第2のゲインを適用することと、出力画像データを生成することと、を実行させることを特徴とするプログラムが提供される。

20

【発明の効果】

【0021】

以上説明したように本発明によれば、リングングの発生を抑制し、かつ、より好適な態様でエッジを強調することが可能な、画像処理装置、画像処理方法、及びプログラムが提供される。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の一実施形態に係る画像処理装置の概略的な構成の一例を示した図である。

30

【図2】同実施形態に係る画像処理装置の概要について説明するための説明図である。

【図3】同実施形態に係る強調処理部の機能構成の一例を示したブロック図である。

【図4】同実施形態に係る強調処理部の機能構成の一例を示したブロック図である。

【図5】ラインエッジの場合における、入力画像データの画素値と、勾配 $grad$ 、ラプシアン lap 、及び特徴量 $seed$ との関係の一例を示した図である。

【図6】ラインエッジの場合における、入力画像データの画素値と、ゲインと、強調処理後の画素値との関係の一例を示した図である。

【図7】ステップエッジの場合における、入力画像データの画素値と、勾配 $grad$ 、ラプシアン lap 、及び勾配の最大値 $gradMax$ との関係の一例を示した図である。

40

【図8】ステップエッジの場合における、入力画像データの画素値と、ゲインと、強調処理後の画素値との関係の一例を示した図である。

【図9】ブレンド比率算出部の機能構成の一例を示したブロック図である。

【図10】単独ピーク特徴量算出部の機能構成の一例を示したブロック図である。

【図11】 $EdgeL0$ と $dltPeakL$ との関係の一例を示した図である。

【図12】連続ピーク特徴量算出部の機能構成の一例を示したブロック図である。

【図13】 $EdgeT$ と $detToggle$ との関係の一例を示した図である。

【図14】ステップエッジ特徴量算出部の機能構成の一例を示したブロック図である。

【図15】ラインエッジの場合における勾配の特性の一例を示した図である。

【図16】ステップエッジの場合における勾配の特性の一例を示した図である。

50

【図 17】Edge S と det Not Step との関係の一例を示した図である。

【図 18】テクスチャエッジ特徴量算出部の機能構成の一例を示したブロック図である。

【図 19】Edge X と abs Lap X Max との関係の一例を示した図である。

【図 20】変形例 1 に係る強調処理部の機能構成の一例を示したブロック図である。

【図 21】変形例 2 に係る画像処理装置の機能構成の一例を示したブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

10

【0024】

< 1. 概要 >

まず、図 1 及び図 2 を参照して、本発明の一実施形態に係る画像処理装置の概要について説明する。

【0025】

例えば、図 1 は、本実施形態に係る画像処理装置 1 の概略的な構成の一例を示した図である。図 1 は、本実施形態に係る画像処理装置 1 が、所謂アップスケーラとして構成されている場合の一例を示している。即ち、図 1 に示す例では、画像処理装置 1 は、例えば、FHD: Full High Definition (1920×1080) の入力画像データを受けて、当該入力画像データに対して拡大処理を施すことで、UHD: Ultra High Definition (3840×2160) の出力画像データを生成して出力するように構成されている。

20

【0026】

入力画像に対して拡大処理を施すことで、当該入力画像よりも解像度の高い出力画像を生成する場合には、当該拡大処理に伴い、画像中のエッジ近傍における画素間の画素値の変化が小さくなり、当該エッジがなまる傾向にある。そこで、図 1 に示す画像処理装置 1 では、入力画像データに対して拡大処理を施した後に、当該拡大処理後の画像データ（以降では、「拡大画像データ」と称する場合がある）に対して、エッジを強調するための画像処理を施す。なお、以降では、エッジを強調するための画像処理を、「エッジ強調処理」と称する場合がある。

【0027】

具体的には、図 1 に示すように、本実施形態に係る画像処理装置 1 は、拡大処理部 9 と、強調処理部 2 とを含む。

30

【0028】

拡大処理部 9 は、入力画像データに対して、所謂バイリニア (Bilinear) 法や、バイキュービック (Bicubic) 法等の補間処理に基づく拡大処理を施すことで、当該入力画像データを、より解像度の高い拡大画像データに変換する。そして、拡大処理部 9 は、生成した拡大画像データを、強調処理部 2 に出力する。

【0029】

強調処理部 2 は、入力された画像データ（例えば、拡大画像データ）に対して、エッジ強調処理を施すことで、出力画像データを生成する。

40

【0030】

特に、本実施形態に係る強調処理部 2 は、入力された画像データ中のエッジを、複数種類のエッジの種別に分類し、分類されたエッジの種別に応じたゲインを適用することで、エッジの強調を行う。例えば、図 2 は、本実施形態に係る画像処理装置 1 の概要について説明するための説明図であり、エッジの種別に応じた入力、当該エッジの種別ごとに適用されるゲイン、及び、当該エッジの種別ごとの強調処理後の出力それぞれの一例を示している。

【0031】

図 2 において、「input」として示されたグラフは、対応するエッジの種別として判別される入力値、即ち、入力画像データ中の所定の方法に沿った階調値の変化の一例を

50

示している。また、「gain」として示されたグラフは、対応するエッジの種別として判別された場合に、入力値に対して適用されるゲインの一例を示している。また、「output」として示されたグラフは、強調処理後の出力値、即ち、入力値に対してゲインが適用された場合の出力値の一例を示している。

【0032】

図2に示すように、本実施形態に係る強調処理部2は、入力された画像データ中のエッジを、4種類のエッジ、即ち、ラインエッジ（単独ピーク）、ステップエッジ、トグルエッジ（連続ピーク）、及びテクスチャエッジに分類する。図2において、参照符号g11は、ラインエッジに対応する入力値、ゲイン、及び出力値の一例を示している。同様に、参照符号g13、g15、及びg17は、それぞれ、ステップエッジ、トグルエッジ（連続ピーク）、及びテクスチャエッジに対応しており、各エッジの種別に対応する入力値、ゲイン、及び出力値の一例を示している。

10

【0033】

参照符号g11で示すように、ラインエッジは、1つのピークを有し、当該ピークの周囲に逆極性のピークが存在しない場合のエッジを示している。ラインエッジは、画像データ中に、所謂、線として表現されたエッジを示している。処理対象となるエッジがラインエッジの場合には、強調処理部2は、ピークの裾野の部分におけるアンダーシュートの発生を抑制することで線幅を細くするとともに、ピークの頂点をより強調する（即ち、オーバーシュートを発生させる）。なお、ラインエッジは、所謂白線と黒線とを判別するために、ピークの極性を判定する必要がある。なお、ラインエッジが、「第1のエッジ」の一例に相当する。

20

【0034】

また、参照符号g13に示すように、ステップエッジは、階調の変化が階段状となるエッジを示している。処理対象となるエッジがステップエッジの場合には、強調処理部2は、オーバーシュート及びアンダーシュートの発生を抑制し、かつ階調の変化がより急峻となるように画像処理を施す（即ち、エッジの傾斜をより立たせる）。なお、ステップエッジが、「第3のエッジ」の一例に相当する。

【0035】

また、参照符号g15及びg17に示すように、トグルエッジ及びテクスチャエッジは、正負の極性のピークが連続するエッジを示している。処理対象となるエッジがトグルエッジ及びテクスチャエッジの場合には、強調処理部2は、オーバーシュート及びアンダーシュートを発生させることで、エッジの鮮明度を向上させる。なお、トグルエッジが、「第2のエッジ」の一例に相当し、テクスチャエッジが、「第4のエッジ」の一例に相当する。

30

【0036】

なお、図2に示すように、トグルエッジの場合には、強調処理部2は、入力値の振幅が比較的大きいため、エッジが強調されすぎないように、入力値に対するゲインの振幅比がより小さくなるように制御する。これに対して、テクスチャエッジの場合には、強調処理部2は、入力値の振幅が比較的小さいため、エッジがより強調されるように、入力値に対するゲインの振幅比がより大きくなるように制御する。

40

【0037】

以上のように、本実施形態に係る強調処理部2は、入力された画像データ中のエッジを、複数種類のエッジの種別に分類し、分類されたエッジの種別に応じたゲインを適用することで、エッジの強調を行う。なお、強調処理部2による、エッジの種別の判別に係る処理や、判別されたエッジの種別に応じたエッジの強調に係る処理の詳細については、当該強調処理部2の機能構成の詳細と共に、別途後述する。

【0038】

以上、図1及び図2を参照して、本実施形態に係る画像処理装置1の概要について説明した。

【0039】

50

< 2. 強調処理部の機能構成 >

次に、本実施形態に係る強調処理部 2 の機能構成の一例について説明する。

【0040】

[2. 1. 全体構成]

まず、図 3 を参照して、本実施形態に係る強調処理部 2 の全体構成について説明する。

図 3 は、本実施形態に係る強調処理部 2 の機能構成の一例を示したブロック図である。

【0041】

図 3 に示すように、強調処理部 2 は、RGB-YCbCr 変換部 5 と、ゲイン制御部 3 a 及び 3 b と、加算部 4 と、YCbCr-RGB 変換部 6 とを含む。

【0042】

RGB-YCbCr 変換部 5 は、画像データ中の各画素の RGB 成分を、輝度成分 Y と、色差成分 Cb 及び Cr とに変換するための構成である。RGB-YCbCr 変換部 5 は、強調処理部 2 に入力された入力画像データ（即ち、拡大処理部 9 から出力された拡大画像データ）中の各画素の RGB 成分を、輝度成分 Y と、色差成分 Cb 及び Cr とに変換する。そして、RGB-YCbCr 変換部 5 は、画素ごとの輝度成分 Y と色差成分 Cb 及び Cr とのうち、輝度成分 Y を、ゲイン制御部 3 a 及び 3 b と加算部 4 とに出力し、色差成分 Cb 及び Cr については、YCbCr-RGB 変換部 6 に出力する。

【0043】

ゲイン制御部 3 a は、入力画像データの輝度成分 Y を RGB-YCbCr 変換部 5 から取得する。ゲイン制御部 3 a は、入力画像データ中の各画素を逐次注目画素として、当該注目画素ごとに、当該入力画像データの H 方向（水平方向）に沿ったエッジの種別を判別し、判別された種別に応じて、H 方向に対応するゲインを算出する。そして、ゲイン制御部 3 a は、注目画素ごと（即ち、入力画像データ中の画素ごと）算出した H 方向に対応するゲインを、加算部 4 に出力する。

【0044】

また、ゲイン制御部 3 b は、入力画像データの輝度成分 Y を RGB-YCbCr 変換部 5 から取得する。ゲイン制御部 3 b は、入力画像データ中の各画素を逐次注目画素として、当該注目画素ごとに、当該入力画像データの V 方向（垂直方向）に沿ったエッジの種別を判別し、判別された種別に応じて、V 方向に対応するゲインを算出する。そして、ゲイン制御部 3 b は、注目画素ごと（即ち、入力画像データ中の画素ごと）に算出した V 方向に対応するゲインを、加算部 4 に出力する。

【0045】

加算部 4 は、入力画像データの輝度成分 Y を RGB-YCbCr 変換部 5 から取得する。また、加算部 4 は、入力画像データ中の画素ごとに算出された H 方向に対応するゲインを、ゲイン制御部 3 a から取得する。同様に、加算部 4 は、入力画像データ中の画素ごとに算出された V 方向に対応するゲインを、ゲイン制御部 3 b から取得する。

【0046】

加算部 4 は、入力画像データ中の画素ごとに、当該画素の輝度成分 Y に対して、取得した H 方向に対応するゲインと V 方向に対応するゲインとを適用することで、当該入力画像データの輝度成分 Y に対してエッジ強調処理を施す。そして、加算部 4 は、エッジ強調処理が施された入力画像データの輝度成分 Y を、YCbCr-RGB 変換部 6 に出力する。

【0047】

なお、ゲイン制御部 3 a 及び 3 b と、加算部 4 とのそれぞれの詳細については、別途後述する。また、加算部 4 が、「出力画像生成部」の一例に相当する。

【0048】

YCbCr-RGB 変換部 6 は、強調処理部 2 に入力された入力画像データ中の画素ごとの色差成分 Cb 及び Cr を、RGB-YCbCr 変換部 5 から取得する。また、YCbCr-RGB 変換部 6 は、加算部 4 から、エッジ強調処理が施された、当該入力画像データ中の画素ごとの輝度成分 Y を取得する。YCbCr-RGB 変換部 6 は、入力画像データ中の画素ごとに取得した、色差成分 Cb 及び Cr と、エッジ強調処理が施された輝度成

10

20

30

40

50

分 Y とを、R G B 成分に変換することで、出力画像データを生成して出力する。

【0049】

〔2. 2. ゲイン制御部及び加算部の詳細〕

次に、図4を参照して、本実施形態に係る強調処理部2のうち、特に、ゲイン制御部3a及び3bと、加算部4とのそれぞれの構成の詳細について説明する。図4は、本実施形態に係る強調処理部2の機能構成の一例について示したブロック図であり、特に、ゲイン制御部3a及び3bと、加算部4との詳細な構成について示している。

【0050】

なお、ゲイン制御部3a及び3bは、処理対象となるエッジの方向が、H方向（水平方向）とV方向（垂直方向）とで異なる点を除けば、互いに同様の構成を有する。そのため、以降では、ゲイン制御部3a及び3bの機能構成については、特に、ゲイン制御部3aに着目して説明し、ゲイン制御部3bについては、詳細な説明は省略する。

【0051】

また、以降の説明では、入力画像データ中のH方向をx方向、V方向をy方向とした場合に、当該入力画像データの輝度成分Yのうち、座標（x，y）に位置する画素の輝度成分を、 $lum(x, y)$ と記載する場合がある。また、入力画像データ中のx方向及びy方向のうち、x方向のみに着目している場合には、輝度成分 $lum(x, y)$ を、単に、 $lum(x)$ と記載する場合がある。

【0052】

図4に示すように、ゲイン制御部3aは、エッジゲイン算出部10と、ブレンド比率算出部20と、ゲイン調整部30とを含む。また、エッジゲイン算出部10は、ラインゲイン算出部11と、ステップゲイン算出部12と、トグルゲイン算出部13と、テクスチャゲイン算出部14とを含む。

【0053】

（ラインゲイン算出部11）

ラインゲイン算出部11は、入力画像データ中の各画素の輝度成分に基づき、当該画素に対応するエッジがラインエッジの場合に、当該エッジ（即ち、ラインエッジ）を強調するためのゲイン（以降では、「ラインゲイン」と称する場合がある）を算出する。

【0054】

具体的には、ラインゲイン算出部11は、まず、入力画像データ中の各画素を注目画素として、当該注目画素と、当該注目画素を基準としてx方向に沿った所定の範囲内に位置する周辺画素それぞれの輝度成分とに基づき、勾配及びラプラシアンを算出する。なお、本説明では、注目画素（x，y）に対して、x方向に隣接する画素（x+1，y）、（x-1，y）を、周辺画素とするものとして説明する。

【0055】

ここで、注目画素（x，y）の輝度成分を $lum(x)$ 、周辺画素画素（x+1，y）の輝度成分を $lum(x+1)$ 、周辺画素（x-1，y）の輝度成分を $lum(x-1)$ とする。この場合には、当該注目画素に対応する勾配 $grad(x)$ は、以下に示す（式1）に基づき算出される。

【0056】

【数1】

$$grad(x) = lum(x+1) - lum(x-1)$$

【0057】

また、注目画素に対応するラプラシアン $lap(x)$ は、以下に示す（式2）で表される。

【0058】

10

20

30

40

【数 2】

$$lap(x) = lum(x+1) - lum(x) \times 2 + lum(x-1)$$

【0059】

次いで、ラインゲイン算出部11は、算出した勾配 $grad(x)$ とラプラシアン $lap(x)$ とに基づき、ラインゲインを算出するための特徴量 $seed(x)$ を算出する。特徴量 $seed(x)$ は、以下に（式3）として示された計算式に基づき算出される。

【0060】

【数 3】

$$seed(x) = |lap(x)| - |grad(x)| \times pLine1$$

…（式3）

【0061】

（式3）中における係数 $pLine1$ は、強調処理後の各画素の画素値（輝度）における、ピーク部分（即ち、峰の部分）とフット部分（即ち、裾野の部分）との割合を調整するための係数である。具体的には、係数 $pLine1$ が小さいほど、ラインエッジの幅（即ち、線幅）がより細くなり、係数 $pLine1$ が大きいほど、ラインエッジの幅がより太くなる。また、係数 $pLine1$ が大きくなるほど、リングングの抑止効果が低下する（即ち、リングングが発生しやすくなる）傾向にある。

【0062】

ここで、図5に、注目画素に対応するエッジがラインエッジの場合における、入力画像データの画素値（輝度）と、勾配 $grad(x)$ 、ラプラシアン $lap(x)$ 、及び特徴量 $seed(x)$ との関係の一例を示す。

【0063】

図5において、横軸は、入力画像データ中の x 方向に沿った位置を示している。また、縦軸は、対応する画素の画素値（輝度）を示している。また、図5において、「input」として示されたグラフは、入力画像データ中の各画素の画素値（輝度）を示している。また、「grad」として示されたグラフは、入力画像データ中の各画素について算出された勾配 $grad(x)$ を示している。また、「lap」として示されたグラフは、入力画像データ中の各画素について算出されたラプラシアン $lap(x)$ を示している。また、「seed」として示されたグラフは、入力画像データ中の各画素について算出された特徴量 $seed(x)$ を示している。

【0064】

また、図5に示す例は、入力画像データ中の各画素の画素値（輝度）のピークが正の場合、即ち、周囲の画素よりもエッジ部分の画素値がより明るい線（例えば、白線）の場合の一例を示している。なお、周囲の画素よりもエッジ部分の画素値がより暗い線（例えば、黒線）の場合には、図5に示す各グラフの正負を反転させればよい。

【0065】

次いで、ラインゲイン算出部11は、画素ごとに算出した特徴量 $seed(x)$ に基づき、ラインゲイン $GainL(x)$ を画素ごとに算出する。ラインゲイン $GainL(x)$ は、以下に（式3）として示された計算式に基づき算出される。

【0066】

【数 4】

$$GainL(x) = \begin{cases} seed(x) \times pLine0P & seed(x) > 0 \\ seed(x) \times pLine0M & seed(x) \leq 0 \end{cases}$$

10

20

30

40

50

… (式 4)

【0067】

なお、(式 4) 中における係数 $pLineOP$ は、注目画素に対応するエッジがラインエッジの場合における、各画素の画素値 (輝度) のうち、ピーク部分に対する強調量を調整するための係数である。また、係数 $pLineOM$ は、注目画素に対応するエッジがラインエッジの場合における、各画素の画素値 (輝度) のうち、フット部分に対する強調量を調整するための係数である。なお、係数 $pLineOP$ 及び $pLineOM$ については、事前の実験の結果等に基づき、あらかじめ調整するとよい。

【0068】

ここで、図 6 に、注目画素に対応するエッジがラインエッジの場合における、入力画像データの画素値 (輝度) と、ラインゲイン $GainL(x)$ と、強調処理後の画素値 (輝度) との関係の一例を示す。

【0069】

図 6 において、横軸は、入力画像データ中の x 方向に沿った位置を示している。また、縦軸は、対応する画素の画素値 (輝度) を示している。また、図 6 において、「input」として示されたグラフは、入力画像データ中の各画素の画素値 (輝度) を示している。また、「GainL」として示されたグラフは、入力画像データ中の各画素について算出されたラインゲイン $GainL(x)$ を示している。また、「EnhL」として示されたグラフは、強調処理後の画素値 (輝度) を示しており、 $EnhL = input + GainL$ で示される。

【0070】

このように、ラインゲイン算出部 11 は、ラインエッジのピークに相当する部分 (特徴量 $seed(x)$ が正の部分) と、フットに相当する部分 (特徴量 $seed(x)$ が負の部分) とで、異なる係数を適用することでラインゲイン $GainL(x)$ を算出する。具体的には、ラインゲイン算出部 11 は、図 6 に示すように、特徴量 $seed(x)$ が負の部分 (即ち、フットに相当する部分) では、アンダーシュートの発生を抑制し、特徴量 $seed(x)$ が正の部分 (即ち、ピークに相当する部分) がより強調されるように、ラインゲイン $GainL(x)$ を算出する。

【0071】

なお、上記に示した計算式はあくまで一例であり、同様の特性を有するゲインを算出可能であれば、当該ゲインの算出方法や、当該ゲインを導出するための構成は特に限定されない。

【0072】

具体的な一例として、上記では、注目画素の両隣に隣接する周辺画素の画素値に基づき、勾配 $grad(x)$ が算出される例について説明した。これに対して、例えば、注目画素を基準にいずれか一方に位置する互いに隣接する 2 つの周辺画素の画素値の合計から、他方に位置する互いに隣接する 2 つの周辺画素の画素値の合計を差し引くことで、勾配 $grad(x)$ が算出されてもよい。また、入力画像データに対して平滑化フィルタ等のノイズ除去フィルタを事前に適用し、当該フィルタ適用後の入力画像データに基づき、ラインゲイン $GainL(x)$ が算出されてもよい。

【0073】

以上のようにして、ラインゲイン算出部 11 は、入力画像データ中の画素ごとにラインゲイン $GainL(x)$ を算出し、算出した画素ごとのラインゲイン $GainL(x)$ を、後段に位置するゲイン調整部 30 に出力する。

【0074】

(ステップゲイン算出部 12)

ステップゲイン算出部 12 は、入力画像データ中の各画素の輝度成分に基づき、当該画素に対応するエッジがステップエッジの場合に、当該エッジ (即ち、ステップエッジ) を強調するためのゲイン (以降では、「ステップゲイン」と称する場合がある) を算出する。

。

10

20

30

40

50

【0075】

具体的には、ステップゲイン算出部12は、まず、入力画像データ中の各画素を注目画素として、当該注目画素と、当該注目画素を基準としてx方向に沿った所定の範囲内に位置する周辺画素それぞれの輝度成分とに基づき、勾配 $grad(x)$ 及びラプラシアン $lap(x)$ を算出する。なお、勾配 $grad(x)$ 及びラプラシアン $lap(x)$ については、前述した(式1)及び(式2)に基づき算出される。

【0076】

次いで、ステップゲイン算出部12は、注目画素 (x, y) を基準とした所定の範囲内における各画素それぞれについて算出した勾配 $grad(x)$ に基づき、当該範囲内における勾配 $grad(x)$ の最大値 $gradMax(x)$ を、画素ごとに算出する。例えば、注目画素 (x, y) を中心としてx方向に沿った前後3画素分の範囲(即ち、注目画素を中心とした7画素分の範囲)を、所定の範囲とした場合に、勾配 $grad(x)$ の最大値 $gradMax(x)$ は、以下に(式5)として示された計算式に基づき算出される。

【0077】

【数5】

$$gradMax(x) = \max_{-3 \leq i \leq 3} |grad(x+i)|$$

…(式5)

【0078】

ここで、図7に、注目画素に対応するエッジがステップエッジの場合における、入力画像データの画素値(輝度)と、勾配 $grad(x)$ 、ラプラシアン $lap(x)$ 、及び勾配 $grad(x)$ の最大値 $gradMax(x)$ との関係の一例を示す。

【0079】

図7において、横軸は、入力画像データ中のx方向に沿った位置を示している。また、縦軸は、対応する画素の画素値(輝度)を示している。また、図5において、「input」として示されたグラフは、入力画像データ中の各画素の画素値(輝度)を示している。また、「grad」として示されたグラフは、入力画像データ中の各画素について算出された勾配 $grad(x)$ を示している。また、「lap」として示されたグラフは、入力画像データ中の各画素について算出されたラプラシアン $lap(x)$ を示している。また、「gradMax」として示されたグラフは、入力画像データ中の各画素について算出された勾配 $grad(x)$ の最大値 $gradMax(x)$ を示している。

【0080】

次いで、ステップゲイン算出部12は、画素ごとに算出した、勾配 $grad(x)$ の最大値 $gradMax(x)$ と、ラプラシアン $lap(x)$ とに基づき、ステップゲイン $GainS(x)$ を画素ごとに算出する。ステップゲイン $GainS(x)$ は、以下に(式6)として示された計算式に基づき算出される。

【0081】

【数6】

$$GainS(x) = \begin{cases} lap(x) \times \frac{|grad(x)|}{gradMax(x)} \times pStep & gradMax(x) > 0 \\ 0 & gradMax(x) = 0 \end{cases}$$

…(式6)

【0082】

なお、(式6)中における係数 $pStep$ は、注目画素に対応するエッジがステップエッジの場合における、各画素の画素値(輝度)に対する強調量を調整するための係数であ

10

20

30

40

50

る。なお、係数 $pStep$ については、事前の実験の結果等に基づき、あらかじめ調整するとよい。

【0083】

ここで、図8に、注目画素に対応するエッジがステップエッジの場合における、入力画像データの画素値（輝度）と、ステップゲイン $GainS(x)$ と、強調処理後の画素値（輝度）との関係の一例を示す。

【0084】

図8において、横軸は、入力画像データ中の x 方向に沿った位置を示している。また、縦軸は、対応する画素の画素値（輝度）を示している。また、図8において、「input」として示されたグラフは、入力画像データ中の各画素の画素値（輝度）を示している。また、「GainS」として示されたグラフは、入力画像データ中の各画素について算出されたステップゲイン $GainS(x)$ を示している。また、「EnhS」として示されたグラフは、強調処理後の画素値（輝度）を示しており、 $EnhS = input + GainS$ で示される。

【0085】

図8に示すように、ステップゲイン算出部12は、オーバーシュート及びアンダーシュートの発生を抑制し、かつ画素値（輝度）の変化がより急峻となるように、ステップゲイン $GainS(x)$ を算出する。

【0086】

なお、上記に示した計算式はあくまで一例であり、同様の特性を有するゲインを算出可能であれば、当該ゲインの算出方法や、当該ゲインを導出するための構成は特に限定されない。

【0087】

以上のようにして、ステップゲイン算出部12は、入力画像データ中の画素ごとにステップゲイン $GainS(x)$ を算出し、算出した画素ごとのステップゲイン $GainS(x)$ を、後段に位置するゲイン調整部30に出力する。

【0088】

（トグルゲイン算出部13）

トグルゲイン算出部13は、入力画像データ中の各画素の輝度成分に基づき、当該画素に対応するエッジがトグルエッジの場合に、当該エッジ（即ち、トグルエッジ）を強調するためのゲイン（以降では、「トグルゲイン」と称する場合がある）を算出する。

【0089】

具体的には、トグルゲイン算出部13は、入力画像データ中の各画素を注目画素として、当該注目画素と、当該注目画素を基準として x 方向に沿った所定の範囲内に位置する周辺画素それぞれの輝度成分とに基づき、ラプラシアン $lap(x)$ を算出する。なお、ラプラシアン $lap(x)$ については、前述した（式2）に基づき算出される。

【0090】

次いで、トグルゲイン算出部13は、画素ごとに算出したラプラシアン $lap(x)$ に基づき、トグルゲイン $GainT(x)$ を画素ごとに算出する。トグルゲイン $GainT(x)$ は、以下に（式7）として示された計算式に基づき算出される。

【0091】

【数7】

$$GainT(x) = lap(x) \times pToggle$$

…（式7）

【0092】

なお、（式7）中における係数 $pToggle$ は、注目画素に対応するエッジがトグルエッジの場合における、各画素の画素値（輝度）に対する強調量を調整するための係数で

ある。なお、係数 $pToggle$ については、事前の実験の結果等に基づき、あらかじめ調整するとよい。

【0093】

以上のようにして、トグルゲイン算出部13は、入力画像データ中の画素ごとにトグルゲイン $GainT(x)$ を算出し、算出した画素ごとのトグルゲイン $GainT(x)$ を、後段に位置するゲイン調整部30に出力する。

【0094】

(テクスチャゲイン算出部14)

テクスチャゲイン算出部14は、入力画像データ中の各画素の輝度成分に基づき、当該画素に対応するエッジがテクスチャエッジの場合に、当該エッジ（即ち、テクスチャエッジ）を強調するためのゲイン（以降では、「テクスチャゲイン」と称する場合がある）を算出する。

【0095】

具体的には、テクスチャゲイン算出部14は、入力画像データ中の各画素を注目画素として、当該注目画素と、当該注目画素を基準として x 方向に沿った所定の範囲内に位置する周辺画素それぞれの輝度成分とに基づき、ラプラシアン $lap(x)$ を算出する。なお、ラプラシアン $lap(x)$ については、前述した（式2）に基づき算出される。

【0096】

次いで、テクスチャゲイン算出部14は、画素ごとに算出したラプラシアン $lap(x)$ に基づき、テクスチャゲイン $GainX(x)$ を画素ごとに算出する。テクスチャゲイン $GainX(x)$ は、以下に（式8）として示された計算式に基づき算出される。

【0097】

【数8】

$$GainX(x) = lap(x) \times pTexture$$

…（式8）

【0098】

なお、（式8）中における係数 $pTexture$ は、注目画素に対応するエッジがテクスチャエッジの場合における、各画素の画素値（輝度）に対する強調量を調整するための係数である。なお、係数 $pTexture$ については、事前の実験の結果等に基づき、あらかじめ調整するとよい。ここで、係数 $pTexture$ と、前述した係数 $pToggle$ とは、 $pToggle < pTexture$ の関係となるようにそれぞれ調整されることが望ましい。

【0099】

以上のようにして、テクスチャゲイン算出部14は、入力画像データ中の画素ごとにトグルゲイン $GainT(x)$ を算出し、算出した画素ごとのトグルゲイン $GainT(x)$ を、後段に位置するゲイン調整部30に出力する。

【0100】

(ブレンド比率算出部20)

次に、ブレンド比率算出部20について、図9を参照して説明する。図9は、ブレンド比率算出部20の機能構成の一例を示したブロック図である。図9に示すように、ブレンド比率算出部20は、単独ピーク特徴量算出部21と、連続ピーク特徴量算出部23と、ステップエッジ特徴量算出部25と、テクスチャエッジ特徴量算出部27と、演算部29とを含む。

【0101】

(単独ピーク特徴量算出部21)

単独ピーク特徴量算出部21は、入力画像データ中の画素ごとに、当該画素に対応するエッジがラインエッジであることの確からしさ（換言すると、確度）を示す特徴量 Edg

10

20

30

40

50

e Lを算出するための構成である。

【0102】

例えば、図10は、単独ピーク特徴量算出部21の機能構成の一例を示したブロック図である。図10に示すように、単独ピーク特徴量算出部21は、ピーク検出部211と、Maxフィルタ213と、Minフィルタ215と、演算部217とを含む。

【0103】

ピーク検出部211は、入力画像データ中の各画素を注目画素として、当該注目画素と、当該注目画素を基準としてx方向に沿った所定の範囲内に位置する周辺画素それぞれの輝度成分とに基づき、勾配及びラプラシアンを算出する。なお、本説明では、注目画素(x, y)に対して、x方向の一方に位置する画素(x+2, y)、及び他方に位置する画素(x-2, y)を、周辺画素とするものとして説明する。

10

【0104】

この場合には、注目画素に対応する勾配grad(x)は、以下に示す(式9)に基づき算出される。

【0105】

【数9】

$$grad(x) = lum(x+2) - lum(x-2)$$

20

…(式9)

【0106】

また、注目画素に対応するラプラシアンlap(x)は、以下に示す(式10)で表される。

【0107】

【数10】

$$lap(x) = lum(x+2) - lum(x) \times 2 + lum(x-2)$$

…(式10)

【0108】

次いで、ピーク検出部211は、算出した勾配grad(x)とラプラシアンlap(x)とに基づき、ピーク部分を検出するための特徴量peakL(x)を画素ごとに算出する。特徴量peakL(x)は、以下に(式11)～(式13)として示された計算式に基づき算出される。

30

【0109】

【数11】

$$peakL0(x) = |lap(x)| - |grad(x)| \times pPeakL$$

…(式11)

40

$$peakL1(x) = \begin{cases} peakL0(x) & peakL0(x) \geq 0 \\ 0 & peakL0(x) < 0 \end{cases}$$

…(式12)

$$peakL(x) = \begin{cases} peakL1(x) & lap(x) \geq 0 \\ peakL1(x) \times -1 & lap(x) < 0 \end{cases}$$

… (式 13)

【0110】

なお、(式 11) 中における係数 $pPeakL$ は、多様な線幅のエッジのうちラインエッジとして検出する範囲を調整するための係数である。係数 $pPeakL$ は、(式 3) として前述した特徴量 $seed(x)$ を算出するための式における係数 $pLine1$ に相当する。即ち、係数 $pPeakL$ を大きくするほど、より幅の広いエッジをラインエッジとして検出しやすくなる。なお、係数 $pPeakL$ については、事前の実験の結果等に基づき、あらかじめ調整するとよい。

10

【0111】

以上のようにして、ピーク検出部 211 は、入力画像データ中の画素ごとにピーク部分を検出するための特徴量 $peakL(x)$ を算出し、算出した画素ごとの特徴量 $peakL(x)$ を、後段に位置する Max フィルタ 213 及び Min フィルタ 215 に出力する。

20

【0112】

Max フィルタ 213 は、ピーク検出部 211 から、入力画像データ中の画素ごとに特徴量 $peakL(x)$ を取得する。 Max フィルタ 213 は、入力画像データ中の各画素を注目画素として、当該注目画素を基準とした所定の範囲内における各画素それぞれについて算出された特徴量 $peakL(x)$ に基づき、当該範囲内における特徴量 $peakL(x)$ の最大値を、画素ごとに算出する。

【0113】

例えば、注目画素 (x, y) を中心として x 方向に沿った前後 5 画素分の範囲 (即ち、注目画素を中心とした 11 画素分の範囲) を、所定の範囲とした場合に、特徴量 $peakL(x)$ の最大値 $peakLMax(x)$ は、以下に (式 15) として示された計算式に基づき算出される。

30

【0114】

【数 12】

$$peakLMax(x) = \max_{-5 \leq i \leq 5} (peakL(x+i))$$

… (式 15)

【0115】

そして、 Max フィルタ 213 は、画素ごとに算出した、特徴量 $peakL(x)$ の最大値 $peakLMax(x)$ を、後段に位置する演算部 217 に出力する。

40

【0116】

Min フィルタ 215 は、ピーク検出部 211 から、入力画像データ中の画素ごとに特徴量 $peakL(x)$ を取得する。 Min フィルタ 215 は、入力画像データ中の各画素を注目画素として、当該注目画素を基準とした所定の範囲内における各画素それぞれについて算出された特徴量 $peakL(x)$ に基づき、当該範囲内における特徴量 $peakL(x)$ の最小値を、画素ごとに算出する。

【0117】

例えば、注目画素 (x, y) を中心として x 方向に沿った前後 5 画素分の範囲 (即ち、

50

注目画素を中心とした 1 1 画素分の範囲) を、所定の範囲とした場合に、特徴量 $peakL(x)$ の最小値 $peakLMin(x)$ は、以下に (式 16) として示された計算式に基づき算出される。

【0118】

【数 13】

$$peakLMin(x) = \min_{-5 \leq i \leq 5} (peakL(x+i))$$

… (式 16)

10

【0119】

そして、Min フィルタ 215 は、画素ごとに算出した、特徴量 $peakL(x)$ の最小値 $peakLMin(x)$ を、後段に位置する演算部 217 に出力する。

【0120】

なお、上記に示した、Max フィルタ 213 及び Min フィルタ 215 が、特徴量 $peakL(x)$ の最大値 $peakLMax(x)$ 及び最小値 $peakLMin(x)$ を特定するために参照する範囲はあくまで一例であり、必ずしも、注目画素を中心とした 1 1 画素分の範囲には限定されない。

【0121】

演算部 217 は、Max フィルタ 213 から、入力画像データ中の画素ごとに算出された、特徴量 $peakL(x)$ の最大値 $peakLMax(x)$ を取得する。また、演算部 217 は、Min フィルタ 215 から、入力画像データ中の画素ごとに算出された、特徴量 $peakL(x)$ の最小値 $peakLMin(x)$ を取得する。

20

【0122】

演算部 217 は、入力画像データ中の画素ごとに、特徴量 $peakL(x)$ の最大値 $peakLMax(x)$ と、最小値 $peakLMin(x)$ と振幅の差分 $dltPeakL0(x)$ と、当該 $dltPeakL0(x)$ の絶対値 $dltPeakL(x)$ とを算出する。振幅の差分 $dltPeakL0(x)$ と、当該 $dltPeakL0(x)$ の絶対値 $dltPeakL(x)$ とは、以下に (式 17) 及び (式 18) として示される計算式に基づき算出される。

30

【0123】

【数 14】

$$dltPeakL0(x) = |peakLMax(x)| - |peakLMin(x)|$$

… (式 17)

$$dltPeakL(x) = |dltPeakL0(x)|$$

40

… (式 18)

【0124】

そして、演算部 217 は、画素ごとに算出した $dltPeakL0(x)$ 及び $dltPeakL(x)$ に基づき、当該画素に対応するエッジがラインエッジであることの確からしさ (換言すると、確度) を示す特徴量 $EdgeL$ を、画素ごとに算出する。画素ごとの特徴量 $EdgeL$ を $EdgeL(x)$ とした場合に、 $EdgeL(x)$ は、以下に (式 19) 及び (式 20) として示される計算式に基づき算出される。なお、(式 19) 中の $thL0$ 及び $thL1$ は、あらかじめ設定された閾値を示しており、 $thL0 < thL1$ の関係にあるものとする。

【0125】

50

【数 1 5】

$$EdgeL0(x) = \begin{cases} 0 & dltPeakL(x) < thL0 \\ \frac{dltPeakL(x) - thL0}{thL1 - thL0} & thL0 \leq dltPeakL(x) \leq thL1 \\ 1 & thL1 < dltPeakL(x) \end{cases}$$

… (式 1 9)

$$EdgeL(x) = \begin{cases} EdgeL0(x) & dltPeakL0(x) \geq 0 \\ EdgeL0(x) \times -1 & dltPeakL0(x) < 0 \end{cases}$$

10

… (式 2 0)

【0 1 2 6】

なお、(式 2 0)において、 $dltPeakL0(x) \geq 0$ の場合は、正側にピークを有する場合に相当し、 $dltPeakL0(x) < 0$ の場合は、負側にピークを有する場合に相当する。

【0 1 2 7】

ここで、図 1 1 に、上記に示した(式 1 9)に基づく、 $EdgeL0(x)$ と $dltPeakL(x)$ との間の関係の一例を示す。図 1 1 において、横軸は $dltPeakL(x)$ を示している。また、縦軸は、 $EdgeL0(x)$ を示している。

20

【0 1 2 8】

なお、特徴量 $EdgeL(x)$ は、注目画素を基準とした所定の範囲内に、正側及び負側のいずれかにのみピークが存在する場合に、より高い値となる。一方で、注目画素を基準とした所定の範囲内に、正側及び負側の双方にピークが存在する場合(例えば、トグルエッジの場合)には、特徴量 $EdgeL(x)$ は、より低い値となる傾向にある。なお、この場合には、後述するトグルエッジの確からしさを示す特徴量 $EdgeT(x)$ が、より高い値となる傾向にある。

【0 1 2 9】

以上のようにして、演算部 2 1 7 は、入力画像データ中の画素ごとに、当該画素に対応するエッジがラインエッジであることの確からしさ(換言すると、確度)を示す特徴量 $EdgeL(x)$ を算出する。そして、演算部 2 1 7 は、画素ごとに算出した特徴量 $EdgeL(x)$ を、単独ピーク特徴量算出部 2 1 の後段に位置する演算部 2 9 に出力する。

30

【0 1 3 0】

(連続ピーク特徴量算出部 2 3)

次に、連続ピーク特徴量算出部 2 3 について説明する。連続ピーク特徴量算出部 2 3 は、入力画像データ中の画素ごとに、当該画素に対応するエッジがトグルエッジであることの確からしさ(換言すると、確度)を示す特徴量 $EdgeT$ を算出するための構成である。

【0 1 3 1】

40

例えば、図 1 2 は、連続ピーク特徴量算出部 2 3 の機能構成の一例を示したブロック図である。図 1 2 に示すように、連続ピーク特徴量算出部 2 3 は、ピーク検出部 2 3 1 と、Max フィルタ 2 3 3 と、Min フィルタ 2 3 5 と、演算部 2 3 7 とを含む。

【0 1 3 2】

ピーク検出部 2 3 1 は、入力画像データ中の各画素を注目画素として、当該注目画素と、当該注目画素を基準として x 方向に沿った所定の範囲内に位置する周辺画素それぞれの輝度成分とに基づき、勾配 $grad(x)$ 及びラプラシアン $lap(x)$ を算出する。なお、勾配 $grad(x)$ 及びラプラシアン $lap(x)$ については、前述した(式 9)及び(式 1 0)に基づき算出される。

【0 1 3 3】

50

次いで、ピーク検出部 231 は、算出した勾配 $grad(x)$ とラプラシアン $lap(x)$ とに基づき、ピーク部分を検出するための特徴量 $peakT(x)$ を画素ごとに算出する。特徴量 $peakT(x)$ は、以下に (式 21) ~ (式 23) として示された計算式に基づき算出される。

【0134】

【数 16】

$$peakT0(x) = |lap(x)| - |grad(x)| \times pPeakT$$

… (式 21)

10

$$peakT1(x) = \begin{cases} peakT0(x) & peakT0(x) \geq 0 \\ 0 & peakT0(x) < 0 \end{cases}$$

… (式 22)

$$peakT(x) = \begin{cases} peakT1(x) & lap(x) \geq 0 \\ peakT1(x) \times -1 & lap(x) < 0 \end{cases}$$

20

… (式 23)

【0135】

なお、(式 21) 中における係数 $pPeakT$ は、多様な線幅のエッジのうちトグルエッジとして検出する範囲を調整するための係数である。係数 $pPeakT$ は、(式 11) における係数 $pPeakL$ に相当する。なお、係数 $pPeakT$ については、係数 $pPeakL$ と同様に、事前の実験の結果等に基づき、あらかじめ調整するとよい。

【0136】

30

以上のようにして、ピーク検出部 231 は、入力画像データ中の画素ごとにピーク部分を検出するための特徴量 $peakT(x)$ を算出し、算出した画素ごとの特徴量 $peakT(x)$ を、後段に位置する Max フィルタ 233 及び Min フィルタ 235 に出力する。

【0137】

Max フィルタ 233 は、ピーク検出部 231 から、入力画像データ中の画素ごとに特徴量 $peakT(x)$ を取得する。Max フィルタ 233 は、入力画像データ中の各画素を注目画素として、当該注目画素を基準とした所定の範囲内における各画素それぞれについて算出された特徴量 $peakT(x)$ に基づき、当該範囲内における特徴量 $peakT(x)$ の最大値を、画素ごとに算出する。

40

【0138】

例えば、注目画素 (x, y) を中心として x 方向に沿った前後 5 画素分の範囲 (即ち、注目画素を中心とした 11 画素分の範囲) を、所定の範囲とした場合に、特徴量 $peakT(x)$ の最大値 $peakTMax(x)$ は、以下に (式 24) として示された計算式に基づき算出される。

【0139】

【数 1 7】

$$peakTMax(x) = \max_{-5 \leq i \leq 5} (peakT(x+i))$$

… (式 2 4)

【0 1 4 0】

そして、Maxフィルタ 2 3 3 は、画素ごとに算出した、特徴量 $peakT(x)$ の最大値 $peakTMax(x)$ を、後段に位置する演算部 2 3 7 に出力する。

10

【0 1 4 1】

Minフィルタ 2 3 5 は、ピーク検出部 2 3 1 から、入力画像データ中の画素ごとに特徴量 $peakT(x)$ を取得する。Minフィルタ 2 3 5 は、入力画像データ中の各画素を注目画素として、当該注目画素を基準とした所定の範囲内における各画素それぞれについて算出された特徴量 $peakT(x)$ に基づき、当該範囲内における特徴量 $peakT(x)$ の最小値を、画素ごとに算出する。

【0 1 4 2】

例えば、注目画素 (x, y) を中心として x 方向に沿った前後 5 画素分の範囲（即ち、注目画素を中心とした 1 1 画素分の範囲）を、所定の範囲とした場合に、特徴量 $peakT(x)$ の最小値 $peakTMin(x)$ は、以下に（式 2 5）として示された計算式に基づき算出される。

20

【0 1 4 3】

【数 1 8】

$$peakTMin(x) = \min_{-5 \leq i \leq 5} (peakT(x+i))$$

… (式 2 5)

【0 1 4 4】

30

そして、Minフィルタ 2 3 5 は、画素ごとに算出した、特徴量 $peakT(x)$ の最小値 $peakTMin(x)$ を、後段に位置する演算部 2 3 7 に出力する。

【0 1 4 5】

なお、上記に示した、Maxフィルタ 2 3 3 及びMinフィルタ 2 3 5 が、特徴量 $peakT(x)$ の最大値 $peakTMax(x)$ 及び最小値 $peakTMin(x)$ を特定するために参照する範囲はあくまで一例であり、必ずしも、注目画素を中心とした 1 1 画素分の範囲には限定されない。

【0 1 4 6】

演算部 2 3 7 は、Maxフィルタ 2 3 3 から、入力画像データ中の画素ごとに算出された、特徴量 $peakT(x)$ の最大値 $peakTMax(x)$ を取得する。また、演算部 2 3 7 は、Minフィルタ 2 3 5 から、入力画像データ中の画素ごとに算出された、特徴量 $peakT(x)$ の最小値 $peakTMin(x)$ を取得する。

40

【0 1 4 7】

演算部 2 3 7 は、入力画像データ中の画素ごとに、特徴量 $peakT(x)$ の最大値 $peakLMax(x)$ と、最小値 $peakLMin(x)$ とに基づき、差分（換言するとダイナミックレンジ） $drPeakT(x)$ と、平均 $avgPeakT(x)$ とを算出する。差分 $drPeakT(x)$ は、以下に（式 2 6）として示される計算式に基づき算出される。

【0 1 4 8】

50

【数 1 9】

$$drPeakT(x) = peakTMax(x) - peakTMin(x)$$

… (式 2 6)

【0 1 4 9】

また、平均 $avgPeakT(x)$ は、以下に (式 2 7) として示される計算式に基づき算出される。

【0 1 5 0】

【数 2 0】

10

$$avgPeakT(x) = peakTMax(x) + peakTMin(x)$$

… (式 2 7)

【0 1 5 1】

そして、演算部 2 3 7 は、画素ごとに算出した $drPeakT(x)$ 及び $avgPeakT(x)$ に基づき、当該画素に対応するエッジがトグルエッジであることの確からしさ（換言すると、確度）を示す特徴量 $EdgeT$ を、画素ごとに算出する。画素ごとの特徴量 $EdgeT$ を $EdgeT(x)$ とした場合に、 $EdgeT(x)$ は、以下に (式 2 8) 及び (式 2 9) として示される計算式に基づき算出される。なお、(式 2 9) 中の $thT0$ 及び $thT1$ は、あらかじめ設定された閾値を示しており、 $thT0 < thT1$ の関係にあるものとする。

20

【0 1 5 2】

【数 2 1】

$$detToggle(x) = |drPeakT(x)| - |avgPeakT(x)| \times pT0$$

… (式 2 8)

$$EdgeT(x) = \begin{cases} 0 & detToggle(x) < thT0 \\ \frac{detToggle(x) - thT0}{thT1 - thT0} & thT0 \leq detToggle(x) \leq thT1 \\ 1 & thT1 < detToggle(x) \end{cases}$$

30

… (式 2 9)

【0 1 5 3】

なお、(式 2 8) 中における係数 $pT0$ は、トグルエッジらしさを示す特徴量 $EdgeT(x)$ の算出時における、差分 $drPeakT(x)$ と、平均 $avgPeakT(x)$ との間の重み付けを調整するための係数である。具体的には、係数 $pT0$ が大きくなるほど、正側のピークの振幅値と負側のピークの振幅値とがより近い値を示すエッジほど、特徴量 $EdgeT(x)$ が高くなる（即ち、トグルエッジの確からしさが高くなる）ように制御される。また、係数 $pT0$ が小さくなるほど、正側と負側に振幅があれば、当該正側の振幅値と負側の振幅値とが乖離していたとしても（一方の振幅がより他方よりも大きい場合においても）、特徴量 $EdgeT(x)$ が高くなる（即ち、トグルエッジの確からしさが高くなる）ように制御されることとなる。なお、係数 $pT0$ については、事前の実験の結果等に基づき、あらかじめ調整するとよい。

40

【0 1 5 4】

ここで、図 1 3 に、上記に示した (式 2 9) に基づく、 $EdgeT(x)$ と $detToggle(x)$ との間の関係の一例を示す。図 1 3 において、横軸は $detToggle(x)$ を示している。また、縦軸は、 $EdgeT(x)$ を示している。

50

【0155】

なお、特徴量 $E d g e T(x)$ は、注目画素を基準とした所定の範囲内に、正側及び負側の双方にピークが存在する場合に、より高い値となる。

【0156】

以上のようにして、演算部237は、入力画像データ中の画素ごとに、当該画素に対応するエッジがトグルエッジであることの確からしさ（換言すると、確度）を示す特徴量 $E d g e T(x)$ を算出する。そして、演算部237は、画素ごとに算出した特徴量 $E d g e T(x)$ を、連続ピーク特徴量算出部23の後段に位置する演算部29に出力する。

【0157】

（ステップエッジ特徴量算出部25）

10

次に、ステップエッジ特徴量算出部25について説明する。ステップエッジ特徴量算出部25は、入力画像データ中の画素ごとに、当該画素に対応するエッジがステップエッジであることの確からしさ（換言すると、確度）を示す特徴量 $E d g e S$ を算出するための構成である。

【0158】

例えば、図14は、ステップエッジ特徴量算出部25の機能構成の一例を示したブロック図である。図14に示すように、ステップエッジ特徴量算出部25は、勾配算出部251と、Maxフィルタ253と、Minフィルタ255と、演算部257とを含む。

【0159】

勾配算出部251は、入力画像データ中の各画素を注目画素として、当該注目画素と、当該注目画素を基準としてx方向に沿った所定の範囲内に位置する周辺画素それぞれの輝度成分とに基づき、勾配 $g r a d(x)$ を算出する。なお、勾配 $g r a d(x)$ については、前述した（式9）に基づき算出される。

20

【0160】

そして、勾配算出部251は、入力画像データ中の画素ごとに算出した勾配 $g r a d(x)$ を、後段に位置するMaxフィルタ253及びMinフィルタ255に出力する。

【0161】

Maxフィルタ253は、勾配算出部251から、入力画像データ中の画素ごとに勾配 $g r a d(x)$ を取得する。Maxフィルタ253は、入力画像データ中の各画素を注目画素として、当該注目画素を基準とした所定の範囲内における各画素それぞれについて算出された勾配 $g r a d(x)$ に基づき、当該範囲内における勾配 $g r a d(x)$ の最大値を、画素ごとに算出する。

30

【0162】

例えば、注目画素 (x, y) を中心としてx方向に沿った前後5画素分の範囲（即ち、注目画素を中心とした11画素分の範囲）を、所定の範囲とした場合に、勾配 $g r a d(x)$ の最大値 $g r a d S M a x(x)$ は、以下に（式30）として示された計算式に基づき算出される。

【0163】

【数22】

40

$$gradSMax(x) = \max_{-5 \leq i \leq 5} (grad(x+i))$$

…（式30）

【0164】

そして、Maxフィルタ253は、画素ごとに算出した、勾配 $g r a d(x)$ の最大値 $g r a d S M a x(x)$ を、後段に位置する演算部257に出力する。

【0165】

Minフィルタ255は、勾配算出部251から、入力画像データ中の画素ごとに勾配 $g r a d(x)$ を取得する。Minフィルタ255は、入力画像データ中の各画素を注目

50

画素として、当該注目画素を基準とした所定の範囲内における各画素それぞれについて算出された勾配 $grad(x)$ に基づき、当該範囲内における勾配 $grad(x)$ の最小値を、画素ごとに算出する。

【0166】

例えば、注目画素 (x, y) を中心として x 方向に沿った前後 5 画素分の範囲（即ち、注目画素を中心とした 11 画素分の範囲）を、所定の範囲とした場合に、勾配 $grad(x)$ の最小値 $gradSMin(x)$ は、以下に（式 31）として示された計算式に基づき算出される。

【0167】

【数 23】

10

$$gradSMin(x) = \min_{-5 \leq i \leq 5} (gradS(x+i))$$

…（式 31）

【0168】

そして、Min フィルタ 255 は、画素ごとに算出した、勾配 $grad(x)$ の最小値 $gradSMin(x)$ を、後段に位置する演算部 257 に出力する。

【0169】

20

なお、上記に示した、Max フィルタ 253 及び Min フィルタ 255 が、勾配 $grad(x)$ の最大値 $gradSMax(x)$ 及び最小値 $gradSMin(x)$ を特定するために参照する範囲はあくまで一例であり、必ずしも、注目画素を中心とした 11 画素分の範囲には限定されない。

【0170】

演算部 257 は、Max フィルタ 253 から、入力画像データ中の画素ごとに算出された、勾配 $grad(x)$ の最大値 $gradSMax(x)$ を取得する。また、演算部 257 は、Min フィルタ 255 から、入力画像データ中の画素ごとに算出された、勾配 $grad(x)$ の最小値 $gradSMin(x)$ を取得する。

【0171】

30

演算部 257 は、入力画像データ中の画素ごとに、勾配 $grad(x)$ の最大値 $gradSMax(x)$ と、最小値 $gradSMin(x)$ とに基づき、差分（換言するとダイナミックレンジ） $drGradSMax(x)$ と、絶対値 $absGradSMax(x)$ とを算出する。差分 $drGradSMax(x)$ は、以下に（式 32）として示される計算式に基づき算出される。

【0172】

【数 24】

$$drGradSMax(x) = gradSMax(x) - gradSMin(x)$$

…（式 32）

40

【0173】

また、絶対値 $absGradSMax(x)$ は、以下に（式 33）として示される計算式に基づき算出される。

【0174】

【数 25】

$$absGradSMax(x) = \begin{cases} |gradSMax(x)| & |gradSMax(x)| \geq |gradSMin(x)| \\ |gradSMin(x)| & |gradSMax(x)| < |gradSMin(x)| \end{cases}$$

50

… (式 3 3)

【0175】

ここで、図 1 5 及び図 1 6 を参照して、算出される勾配 $grad(x)$ の特性について、対象となるエッジがラインエッジの場合と、ステップエッジの場合との双方について説明する。

【0176】

図 1 5 は、対象となるエッジがラインエッジの場合における勾配 $grad(x)$ の特性の一例を示している。また、図 1 6 は、対象となるエッジがステップエッジの場合における勾配 $grad(x)$ の特性の一例を示している。図 1 5 及び図 1 6 において、横軸は、入力画像データ中の x 方向に沿った位置を示している。また、縦軸は、対応する画素の画素値（輝度）を示している。

【0177】

例えば、図 1 5 に示すように、ラインエッジの場合には、算出される勾配 $grad(x)$ は、正の値及び負の値の双方を取り得る。これに対して、ステップエッジの場合には、図 1 6 に示すように、算出される勾配 $grad(x)$ は、正の値及び負の値のうちいずれかの値のみを取り得ることとなる。即ち、注目画素を基準とした所定の範囲内において、正側及び負側のうち、いずれかについてのみ、勾配 $grad(x)$ の絶対値が高い画素が存在する場合に、ステップエッジであることの確からしさが高くなる傾向にある。演算部 2 5 7 は、このような特性を利用して、ステップエッジであることの確からしさ（換言すると、確度）を示す特徴量 $EdgeS$ を算出する。

【0178】

具体的には、演算部 2 5 7 は、画素ごとに算出した $drGradSMax(x)$ 及び $absGradSMax(x)$ に基づき、当該画素に対応するエッジがステップエッジであることの確からしさ（換言すると、確度）を示す特徴量 $EdgeS$ を、画素ごとに算出する。画素ごとの特徴量 $EdgeS$ を $EdgeS(x)$ とした場合に、 $EdgeS(x)$ は、以下に (式 3 4) 及び (式 3 5) として示される計算式に基づき算出される。なお、(式 3 5) 中の $thS0$ 及び $thS1$ は、あらかじめ設定された閾値を示しており、 $thS0 < thS1$ の関係にあるものとする。

【0179】

【数 3 1】

$$detNotStep(x) = \frac{drGradSMax(x)}{absGradSMax(x)}$$

… (式 3 4)

$$EdgeS(x) = \begin{cases} 0 & detNotStep(x) < thS0 \\ \frac{detNotStep(x) - thS0}{thS1 - thS0} & thS0 \leq detNotStep(x) \leq thS1 \\ 1 & thS1 < detNotStep(x) \end{cases}$$

… (式 3 5)

【0180】

ここで、図 1 7 に、上記に示した (式 3 5) に基づく、 $EdgeS(x)$ と $detNotStep(x)$ との間の関係の一例を示す。図 1 7 において、横軸は $detNotStep(x)$ を示している。また、縦軸は、 $EdgeS(x)$ を示している。なお、(式 3 4) 及び (式 3 5) における $detNotStep(x)$ は、対象となるエッジが、ステップエッジでないことの確からしさを示す特徴量に相当する。

【0181】

なお、図15及び図16を参照して前述したように、特徴量 $E d g e S(x)$ は、注目画素を基準とした所定の範囲内に、正側及び負側のうち、いずれかについてのみ、勾配 $g r a d(x)$ の絶対値が高い画素が存在する場合に、より高い値となる。

【0182】

以上のようにして、演算部257は、入力画像データ中の画素ごとに、当該画素に対応するエッジがステップエッジであることの確からしさ（換言すると、確度）を示す特徴量 $E d g e S(x)$ を算出する。そして、演算部257は、画素ごとに算出した特徴量 $E d g e S(x)$ を、ステップエッジ特徴量算出部25の後段に位置する演算部29に出力する。

10

【0183】

（テクスチャエッジ特徴量算出部27）

次に、テクスチャエッジ特徴量算出部27について説明する。テクスチャエッジ特徴量算出部27は、入力画像データ中の画素ごとに、当該画素に対応するエッジがテクスチャエッジであることの確からしさ（換言すると、確度）を示す特徴量 $E d g e X$ を算出するための構成である。

【0184】

例えば、図18は、テクスチャエッジ特徴量算出部27の機能構成の一例を示したブロック図である。図18に示すように、テクスチャエッジ特徴量算出部27は、ラプラシアン算出部271と、Maxフィルタ273と、Minフィルタ275と、演算部277とを含む。

20

【0185】

ラプラシアン算出部271は、入力画像データ中の各画素を注目画素として、当該注目画素と、当該注目画素を基準としてx方向及びy方向の双方に所定の幅を有する所定の範囲内に位置する周辺画素それぞれの輝度成分とに基づき、ラプラシアン $l a p(x, y)$ を算出する。注目画素 (x, y) に対応するラプラシアン $l a p(x, y)$ は、以下に示す（式36）で表される。

【0186】

【数27】

$$\begin{aligned} l a p(x, y) = & l u m(x+1, y+1) + l u m(x, y+1) + l u m(x-1, y+1) \\ & + l u m(x+1, y) - l u m(x, y) \times 8 + l u m(x-1, y) \\ & + l u m(x+1, y-1) + l u m(x, y-1) + l u m(x-1, y-1) \end{aligned}$$

30

…（式36）

【0187】

そして、ラプラシアン算出部271は、入力画像データ中の画素ごとに算出したラプラシアン $l a p(x, y)$ を、後段に位置するMaxフィルタ273及びMinフィルタ275に出力する。

【0188】

Maxフィルタ273は、ラプラシアン算出部271から、入力画像データ中の画素ごとにラプラシアン $l a p(x, y)$ を取得する。Maxフィルタ273は、入力画像データ中の各画素を注目画素として、当該注目画素を基準とした所定の範囲内における各画素それぞれについて算出されたラプラシアン $l a p(x, y)$ に基づき、当該範囲内におけるラプラシアン $l a p(x, y)$ の最大値を、画素ごとに算出する。

40

【0189】

例えば、注目画素 (x, y) を中心としてx方向及びy方向に沿った前後2画素分の範囲（即ち、注目画素を中心とした 5×5 画素分の範囲）を、所定の範囲とした場合に、ラプラシアン $l a p(x, y)$ の最大値 $l a p X M a x(x, y)$ は、以下に（式37）として示された計算式に基づき算出される。

50

【0190】

【数28】

$$lapXMax(x, y) = \max_{\substack{-2 \leq i \leq 2 \\ -2 \leq j \leq 2}} (lap(x+i, y+j))$$

… (式37)

【0191】

そして、Maxフィルタ273は、画素ごとに算出した、ラプラシアンlap(x, y)の最大値lapXMax(x, y)を、後段に位置する演算部277に出力する。 10

【0192】

Minフィルタ275は、ラプラシアン算出部271から、入力画像データ中の画素ごとにラプラシアンlap(x, y)を取得する。Minフィルタ275は、入力画像データ中の各画素を注目画素として、当該注目画素を基準とした所定の範囲内における各画素それぞれについて算出されたラプラシアンlap(x, y)に基づき、当該範囲内におけるラプラシアンlap(x, y)の最小値を、画素ごとに算出する。

【0193】

例えば、注目画素(x, y)を中心としてx方向に沿った前後2画素分の範囲（即ち、注目画素を中心とした5×5画素分の範囲）を、所定の範囲とした場合に、ラプラシアンlap(x, y)の最小値lapXMin(x, y)は、以下に（式31）として示された計算式に基づき算出される。 20

【0194】

【数29】

$$lapXMin(x, y) = \min_{\substack{-2 \leq i \leq 2 \\ -2 \leq j \leq 2}} (lap(x+i, y+j))$$

… (式38)

【0195】

そして、Minフィルタ275は、画素ごとに算出した、ラプラシアンlap(x, y)の最小値lapXMin(x, y)を、後段に位置する演算部277に出力する。

【0196】

なお、上記に示した、Maxフィルタ273及びMinフィルタ275が、ラプラシアンlap(x, y)の最大値lapXMax(x, y)及び最小値lapXMin(x, y)を特定するために参照する範囲はあくまで一例であり、必ずしも、注目画素を中心とした5×5画素分の範囲には限定されない。

【0197】

演算部277は、Maxフィルタ273から、入力画像データ中の画素ごとに算出された、ラプラシアンlap(x, y)の最大値lapXMax(x, y)を取得する。また、演算部277は、Minフィルタ275から、入力画像データ中の画素ごとに算出された、ラプラシアンlap(x, y)の最小値lapXMin(x, y)を取得する。 40

【0198】

演算部277は、入力画像データ中の画素ごとに、ラプラシアンlap(x, y)の最大値lapXMax(x, y)と、最小値lapXMin(x, y)とに基づき、絶対値absLapXMax(x, y)を算出する。絶対値absLapXMax(x, y)は、以下に（式39）として示される計算式に基づき算出される。

【0199】

【数 3 0】

$$absLapXMax(x, y) = \begin{cases} |lapXMax(x, y)| & |lapXMax(x, y)| \geq |lapXMin(x, y)| \\ |lapXMin(x, y)| & |lapXMax(x, y)| < |lapXMin(x, y)| \end{cases}$$

… (式 3 9)

【0 2 0 0】

そして、演算部 2 7 7 は、画素ごとに算出した絶対値 $absLapXMax(x, y)$ に基づき、当該画素に対応するエッジがテクスチャエッジであることの確からしさ（換言すると、確度）を示す特徴量 $EdgeX$ を、画素ごとに算出する。画素ごとの特徴量 $EdgeX$ を $EdgeX(x, y)$ とした場合に、 $EdgeX(x, y)$ は、以下に (式 4 0) として示される計算式に基づき算出される。なお、(式 4 0) 中の $thX0$ 及び $thX1$ は、あらかじめ設定された閾値を示しており、 $thX0 < thX1$ の関係にあるものとする。

10

【数 3 1】

$$EdgeX(x, y) = \begin{cases} 0 & absLapXMax(x, y) < thX0 \\ \frac{absLapXMax(x, y) - thX0}{thX1 - thX0} & thX0 \leq absLapXMax(x, y) \leq thX1 \\ 1 & thX1 < absLapXMax(x, y) \end{cases}$$

20

… (式 4 0)

【0 2 0 1】

ここで、図 1 9 に、上記に示した (式 4 0) に基づく、 $EdgeX(x, y)$ と $absLapXMax(x, y)$ との間の関係の一例を示す。図 1 9 において、横軸は $absLapXMax(x, y)$ を示している。また、縦軸は、 $EdgeX(x, y)$ を示している。なお、図 1 9 に示すように、 $absLapXMax(x, y)$ が閾値 $thX0$ 未満の場合には、ノイズとして判定され、特徴量 $EdgeX(x, y)$ は 0 となる。

【0 2 0 2】

以上のようにして、演算部 2 7 7 は、入力画像データ中の画素ごとに、当該画素に対応するエッジがテクスチャエッジであることの確からしさ（換言すると、確度）を示す特徴量 $EdgeX(x, y)$ を算出する。そして、演算部 2 7 7 は、画素ごとに算出した特徴量 $EdgeX(x, y)$ を、テクスチャエッジ特徴量算出部 2 7 の後段に位置する演算部 2 9 に出力する。

30

【0 2 0 3】

(演算部 2 9)

次に、ブレンド比率算出部 2 0 の演算部 2 9 について説明する。演算部 2 9 は、単独ピーク特徴量算出部 2 1 から、入力画像データ中の画素ごとに算出された特徴量 $EdgeL$ を取得する。同様に、演算部 2 9 は、連続ピーク特徴量算出部 2 3 から、入力画像データ中の画素ごとに算出された特徴量 $EdgeT$ を取得する。また、演算部 2 9 は、ステップエッジ特徴量算出部 2 5 から、入力画像データ中の画素ごとに算出された特徴量 $EdgeS$ を取得し、テクスチャエッジ特徴量算出部 2 7 から、当該画素ごとに算出された特徴量 $EdgeX$ を取得する。

40

【0 2 0 4】

演算部 2 9 は、取得した各エッジに対応する特徴量 $EdgeL$ 、 $EdgeT$ 、 $EdgeS$ 、及び $EdgeX$ に基づき、各エッジに対応するゲイン $GainL$ 、 $GainT$ 、 $GainS$ 、及び $GainX$ に対して適用される重みを算出する。なお、各エッジに対応するゲイン $GainL$ 、 $GainT$ 、 $GainS$ 、及び $GainX$ に対して適用される重みは、当該各エッジに対応するゲインそれぞれの適用比率を示している。また、各エッジに対応するゲイン $GainL$ 、 $GainT$ 、 $GainS$ 、及び $GainX$ のそれぞれが、「第 1 のゲイン」の一例に相当する。

50

【0205】

ここで、ゲイン $G a i n L$ 、 $G a i n T$ 、 $G a i n S$ 、及び $G a i n X$ それぞれに対して適用される重みを、 $B l d L$ 、 $B l d T$ 、 $B l d S$ 、及び $B l d X$ とした場合に、当該各重みは、以下に（式41）として示す各式に基づき算出される。

【0206】

【数32】

$$BldT = EdgeT$$

$$BldS = (1 - EdgeT) \times EdgeS$$

$$BldL = (1 - EdgeT) \times (1 - EdgeS) \times EdgeL$$

$$BldX = \{1 - (BldT + BldS + |BldL|)\} \times EdgeX$$

10

…（式41）

【0207】

以上のようにして、演算部29は、重み $B l d L$ 、 $B l d T$ 、 $B l d S$ 、及び $B l d X$ を算出し、算出した重み $B l d L$ 、 $B l d T$ 、 $B l d S$ 、及び $B l d X$ を、ブレンド比率算出部20の後段に位置するゲイン調整部30に出力する。

20

【0208】

（ゲイン調整部30）

ゲイン調整部30は、入力画像データ中の画素ごとに、当該画素について算出された各エッジに対応するゲインと、当該各エッジに対応するゲインそれぞれに対する重みとに基づき、当該画素に対して適用されるゲインを調整するための構成である。

【0209】

具体的には、ゲイン調整部30は、ラインゲイン算出部11から、入力画像データ中の画素ごとに算出されたラインゲイン $G a i n L$ を取得する。同様に、ゲイン調整部30は、ステップゲイン算出部12から、入力画像データ中の画素ごとに算出されたステップゲイン $G a i n S$ を取得する。また、ゲイン調整部30は、トグルゲイン算出部13から、入力画像データ中の画素ごとに算出されたトグルゲイン $G a i n T$ を取得し、テクスチャゲイン算出部14から、当該画素ごとに算出されたテクスチャゲイン $G a i n X$ を取得する。なお、以降の説明では、画素 (x, y) について算出された、各エッジに対応するゲイン $G a i n L$ 、 $G a i n S$ 、 $G a i n T$ 、及び $G a i n X$ を、 $G a i n L(x, y)$ 、 $G a i n S(x, y)$ 、 $G a i n T(x, y)$ 、及び $G a i n X(x, y)$ と記載する場合がある。

30

【0210】

また、ゲイン調整部30は、ブレンド比率算出部20から、入力画像データ中の画素ごとに算出された、各エッジに対応するゲインそれぞれに対する重み $B l d L$ 、 $B l d T$ 、 $B l d S$ 、及び $B l d X$ を取得する。なお、以降の説明では、画素 (x, y) について算出された、各エッジに対応するゲインそれぞれに対する重み $B l d L$ 、 $B l d T$ 、 $B l d S$ 、及び $B l d X$ を、 $B l d L(x, y)$ 、 $B l d T(x, y)$ 、 $B l d S(x, y)$ 、及び $B l d X(x, y)$ と記載する場合がある。

40

【0211】

ゲイン調整部30は、画素ごとに取得した各エッジに対応するゲイン $G a i n L(x, y)$ 、 $G a i n S(x, y)$ 、 $G a i n T(x, y)$ 、及び $G a i n X(x, y)$ と、重み $B l d L(x, y)$ 、 $B l d T(x, y)$ 、 $B l d S(x, y)$ 、及び $B l d X(x, y)$ とに基づき、当該画素に対して適用されるゲインを算出する。なお、入力画像データ中の各画素に適用されるゲインは、H方向（水平方向）及びV方向（垂直方向）のそれぞれ

50

れについて算出される。即ち、ゲイン制御部 3 a のゲイン調整部 3 0 により、H 方向に対応するゲイン $GainBldH(x, y)$ が算出され、ゲイン制御部 3 b のゲイン調整部 3 0 により、V 方向に対応するゲイン $GainBldV(x, y)$ が算出される。

【0212】

入力画像データ中の各画素に対して適用される $GainBldH(x, y)$ 及び $GainBldV(x, y)$ は、以下に (式 4 2) として示される計算式に基づき算出される。なお、(式 4 2) 中における記号「*」は、「H」及び「V」のいずれかを示している。

【0213】

【数 3 3】

$$\begin{aligned} GainBld^*(x, y) = & GainL(x, y) \times BldL(x, y) \\ & + GainS(x, y) \times BldS(x, y) \\ & + GainT(x, y) \times BldT(x, y) \\ & + GainX(x, y) \times BldX(x, y) \end{aligned}$$

10

… (式 4 2)

20

【0214】

以上のようにして、ゲイン制御部 3 a のゲイン調整部 3 0 は、入力画像データ中の画素ごとに、H 方向に対応するゲイン $GainBldH(x, y)$ を算出し、算出した画素ごとのゲイン $GainBldH(x, y)$ を加算部 4 に出力する。同様に、ゲイン制御部 3 b のゲイン調整部 3 0 は、入力画像データ中の画素ごとに、V 方向に対応するゲイン $GainBldV(x, y)$ を算出し、算出した画素ごとのゲイン $GainBldV(x, y)$ を加算部 4 に出力する。なお、ゲイン $GainBldH(x, y)$ 及びゲイン $GainBldV(x, y)$ のそれぞれが、「第 2 のゲイン」の一例に相当する。

【0215】

(加算部 4)

30

加算部 4 は、ゲイン制御部 3 a から、入力画像データ中の画素ごとに算出された、H 方向に対応するゲイン $GainBldH(x, y)$ を取得する。また、加算部 4 は、ゲイン制御部 3 b から、入力画像データ中の画素ごとに算出された、V 方向に対応するゲイン $GainBldH(x, y)$ を取得する。

【0216】

そして、加算部 4 は、入力画像データ中の各画素の輝度成分 $lum(x, y)$ に対して、当該画素に対応するゲイン $GainBldH(x, y)$ 及びゲイン $GainBldH(x, y)$ を適用することで、出力画像データの各画素に対応する輝度成分 $lumOut(x, y)$ を算出する。出力画像データの各画素に対応する輝度成分 $lumOut(x, y)$ は、以下に (式 4 3) として示された計算式に基づき算出される。

40

【0217】

【数 3 4】

$$lumOut(x, y) = lum(x, y) + GainBldH(x, y) + GainBldV(x, y)$$

… (式 4 3)

【0218】

以上のような構成により、入力画像データ中の各画素の輝度成分 $lum(x, y)$ に対して、当該画素に対応するエッジの特性に応じてエッジ強調処理が施され、出力画像データの各画素に対応する輝度成分 $lumOut(x, y)$ が算出される。

【0219】

50

加算部 4 は、算出した出力画像データの各画素に対応する輝度成分 $l u m O u t (x, y)$ 、即ち、エッジ強調処理が施された入力画像データ中の画素ごとの輝度成分 Y を、 $Y C b C r - R G B$ 変換部 6 に出力する。

【0220】

なお、以降の処理は前述した通りである。即ち、 $Y C b C r - R G B$ 変換部 6 は、加算部 4 から取得した画素ごとの輝度成分 Y と、 $R G B - Y C b C r$ 変換部 5 から取得した画素ごとの色差成分 $C b$ 及び $C r$ とを $R G B$ 成分に変換することで、出力画像データを生成して出力する。

【0221】

以上、図 4～図 19 を参照して、本実施形態に係る強調処理部 2 のうち、特に、ゲイン制御部 3 a 及び 3 b と、加算部 4 とのそれぞれの構成の詳細について説明した。

10

【0222】

なお、前述したように、本実施形態に係る画像処理装置 1 は、拡大処理部 9 により拡大処理が施された画像データに対して、強調処理部 2 によりエッジ強調処理を施される構成となっている。

【0223】

一般的に、画像データに対して拡大処理が施されると、前述したように、画像データ中のエッジ近傍における画素間の画素値の変化が小さくなり、当該エッジがなまる傾向にある。そのため、本実施形態に係る画像処理装置 1 のように、拡大処理が施された画像に対してエッジ強調処理を施す構成の場合には、ラインエッジの線幅をより細くし、ステップエッジにおける画素値の変化が急峻となるように制御するとよい。

20

【0224】

具体的には、(式 4) として前述したラインゲイン $G a i n L (x)$ の計算式における、係数 $p L i n e 0 P$ 及び $p L i n e 0 M$ を調整することで、強調処理後のラインエッジの線幅を制御することが可能である。また、(式 6) として前述したステップゲイン $G a i n S (x)$ の計算式における、係数 $p S t e p$ を調整することで、強調処理後のステップエッジにおける画素値の変化を制御することが可能である。

【0225】

また、上述した一連の動作は、画像処理装置 1 として説明した各構成を動作させる装置の $C P U$ を機能させるためのプログラムによって構成することができる。このプログラムは、その装置にインストールされた $O S (O p e r a t i n g S y s t e m)$ を介して実行されるように構成してもよい。また、このプログラムは、上述した処理を実行する構成が含まれる装置が読み出し可能であれば、記憶される位置は限定されない。例えば、装置の外部から接続される記録媒体にプログラムが格納されていてもよい。この場合には、プログラムが格納された記録媒体を装置に接続することによって、その装置の $C P U$ に当該プログラムを実行させるように構成するとよい。

30

【0226】

< 3. 変形例 >

次に、本発明の一実施形態に係る画像処理装置 1 の変形例について説明する。

【0227】

40

[3. 1. 変形例 1]

まず、変形例 1 に係る画像処理装置について、特に、強調処理部 2 に着目して説明する。なお、以降の説明では、変形例 1 に係る強調処理部 2 を、前述した実施形態に係る強調処理部 2 と明示的に区別する場合には、「強調処理部 2' 」と記載する場合がある。

【0228】

前述した実施形態に係る強調処理部 2 では、入力画像データの各画素の $R G B$ 成分を、輝度成分 Y と、色差成分 $C b$ 及び $C r$ とに変換し、輝度成分 Y のみを対象としてエッジ強調処理を施していた。

【0229】

これに対して、変形例 1 に係る強調処理部 2' では、入力画像データの各画素の $R G B$

50

成分自体を対象としてエッジ強調処理を施す点で、前述した実施形態に係る強調処理部 2（図 3 参照）と異なる。例えば、図 20 は、変形例 1 に係る強調処理部 2' の機能構成の一例を示したブロック図である。

【0230】

図 20 に示すように、変形例 1 に係る強調処理部 2' は、ゲイン制御部 3a 及び 3b と、加算部 4 とを含む。なお、変形例 1 に係る強調処理部 2' では、ゲイン制御部 3a、ゲイン制御部 3b、及び加算部 4 は、入力画像データの各画素の RGB 成分を処理対象とする点を除けば、処理内容については、前述した実施形態に係るゲイン制御部 3a、ゲイン制御部 3b、及び加算部 4 と同様である。

【0231】

以上、変形例 1 として説明したように、強調処理部 2 は、入力された画像データの各画素の RGB 成分を対象として、エッジ強調処理を施してもよい。

【0232】

[3. 2. 変形例 2]

次に、図 21 を参照して、変形例 2 に係る画像処理装置について説明する。図 21 は、変形例 2 に係る画像処理装置の機能構成の一例を示したブロック図である。なお、以降の説明では、変形例 2 に係る画像処理装置を、前述した実施形態に係る画像処理装置 1 と明示的に区別する場合には、「画像処理装置 1'」と記載する場合がある。

【0233】

前述した実施形態に係る画像処理装置 1 は、図 1 に示すように、拡大処理部 9 と、強調処理部 2 とを含み、入力された画像データに対して拡大処理を施した後、拡大処理後の画像データに対してエッジ強調処理を施していた。これに対して、変形例 2 に係る画像処理装置 1' は、拡大処理部 9 を含まない点で、前述した実施形態に係る画像処理装置 1 と異なる。即ち、変形例 2 に係る画像処理装置 1' では、入力された画像データ自体を対象としてエッジ強調処理を施すこととなる。

【0234】

なお、変形例 2 に係る強調処理部 2 の機能構成及び処理内容については、前述した実施形態に係る強調処理部 2（図 1、図 3、及び図 4 参照）と同様である。

【0235】

一方で、入力された画像データに対して拡大処理を施さない場合には、拡大処理が施された画像データを対象とする場合と同様にエッジ強調処理を施すと、ラインエッジやステップエッジが過度に強調された画像データが出力される場合がある。これは、画像データに対して拡大処理を施す場合には、当該拡大処理によりなまったエッジをエッジ強調処理により補正することで、より自然な画像データに近づけていたことに起因する。

【0236】

そのため、入力された画像データ自体を処理対象とする場合には、拡大処理が施された画像データを対象とする場合に比べて、ラインエッジやステップエッジに対する強調量を抑制したほうが好ましい傾向にある。なお、ラインエッジに対する強調量（即ち、ラインゲイン $G_{a i n L}(x)$ ）については、（式 4）として前述したラインゲイン $G_{a i n L}(x)$ の計算式における、係数 $p_{L i n e 0 P}$ 及び $p_{L i n e 0 M}$ を調整することで制御すればよい。また、ステップエッジに対する強調量（即ち、ステップゲイン $G_{a i n S}(x)$ ）については、（式 6）として前述したステップゲイン $G_{a i n S}(x)$ の計算式における、係数 $p_{S t e p}$ を調整することで制御すればよい。

【0237】

また、入力された画像データに対して拡大処理を施さない場合には、テクスチャエッジのように複雑なエッジがより強調されるように、当該画像データに対してエッジ強調処理を施すことで、鮮鋭度を向上させた画像データが得られる場合がある。このような場合には、テクスチャエッジに対する強調量を向上させればよい。なお、テクスチャエッジに対する強調量（即ち、テクスチャゲイン $G_{a i n X}(x)$ ）については、（式 8）として前述したテクスチャゲイン $G_{a i n X}(x)$ の計算式における、係数 $p_{T e x t u r e}$ を調

10

20

30

40

50

整することで制御すればよい。

【0238】

以上、変形例2として説明したように、本実施形態に係る画像処理装置は、入力された画像データに対する拡大処理を伴わずに、当該画像データに対してエッジ強調処理のみを施すように構成されていてもよい。

【0239】

<4. まとめ>

以上、説明したように、本実施形態に係る画像処理装置1では、入力された画像データ中のエッジを、複数種類のエッジの種別に分類し、分類されたエッジの種別に応じたゲインを適用することで、エッジの強調を行う。このような構成により、本実施形態に係る画像処理装置1は、リングングの発生を抑制し、かつ、より好適な態様でエッジが強調された画像を出力することが可能となる。

10

【0240】

また、本実施形態に係る画像処理装置1は、対象となるエッジに対して、エッジの種別ごとに当該エッジの確からしさを示す特徴量を算出し、算出した特徴量に応じて、当該エッジの種別ごとに算出されたゲインの適用量を制御する。このような構成により、本実施形態に係る画像処理装置1は、複数種別のエッジのいずれに該当するかを明確に判別することが困難な複雑なエッジに対しても、当該エッジの特性に応じたゲインを適用することが可能となる。即ち、本実施形態に係る画像処理装置1に依れば、複数種別のエッジのいずれに該当するかを明確に判別することが困難な複雑なエッジに対しても、リングングの発生を抑制し、かつ、より好適な態様でエッジ強調処理を施すことが可能となる。

20

【0241】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明はかかる例に限定されない。本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【符号の説明】

【0242】

- 1 画像処理装置
- 2 強調処理部
- 3 a、3 b ゲイン制御部
- 4 加算部
- 5 RGB-YCbCr変換部
- 6 YCbCr-RGB変換部
- 9 拡大処理部
- 10 エッジゲイン算出部
- 11 ラインゲイン算出部
- 12 ステップゲイン算出部
- 13 トグルゲイン算出部
- 14 テクスチャゲイン算出部
- 20 ブレンド比率算出部
- 21 単独ピーク特徴量算出部
- 211 ピーク検出部
- 213 Maxフィルタ
- 215 Minフィルタ
- 217 演算部
- 23 連続ピーク特徴量算出部
- 231 ピーク検出部
- 233 Maxフィルタ

30

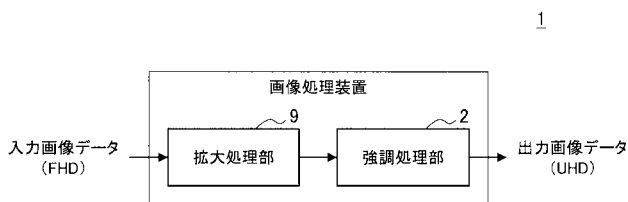
40

50

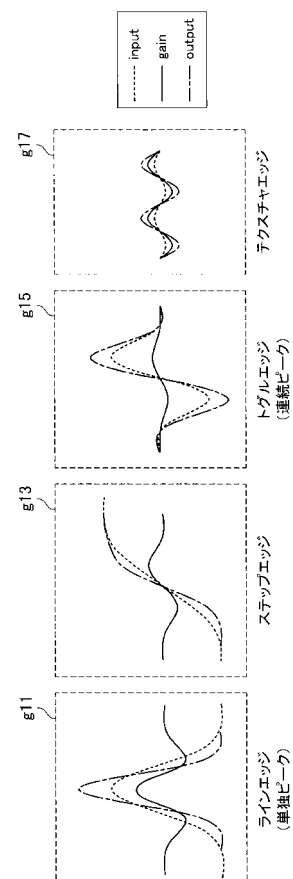
2 3 5 M i n フィルタ
 2 3 7 演算部
 2 5 ステップエッジ特徴量算出部
 2 5 1 勾配算出部
 2 5 3 M a x フィルタ
 2 5 5 M i n フィルタ
 2 5 7 演算部
 2 7 テクスチャエッジ特徴量算出部
 2 7 1 ラプラシアン算出部
 2 7 3 M a x フィルタ
 2 7 5 M i n フィルタ
 2 7 7 演算部
 2 9 演算部
 3 0 ゲイン調整部

10

【図 1】

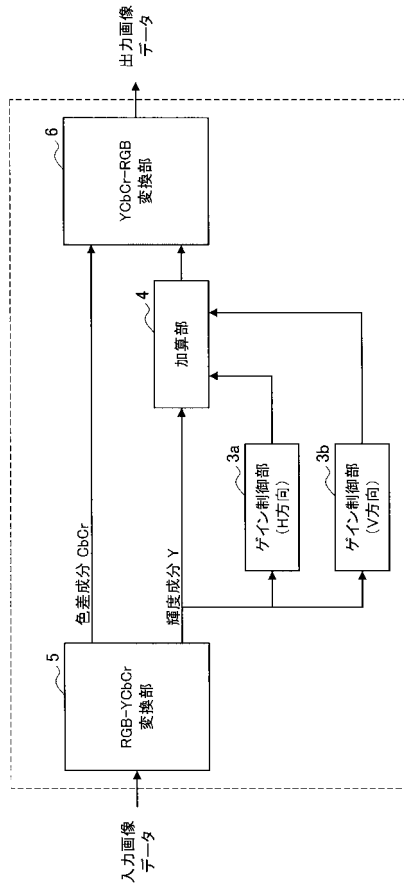


【図 2】

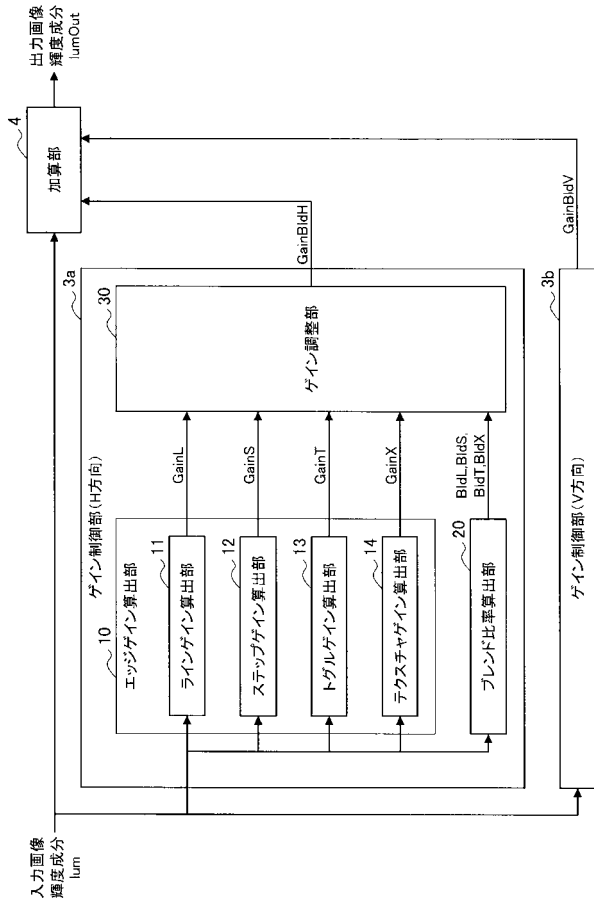


【図 3】

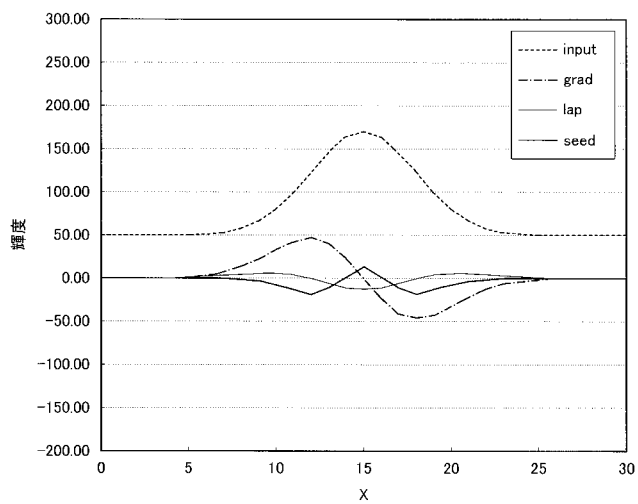
2



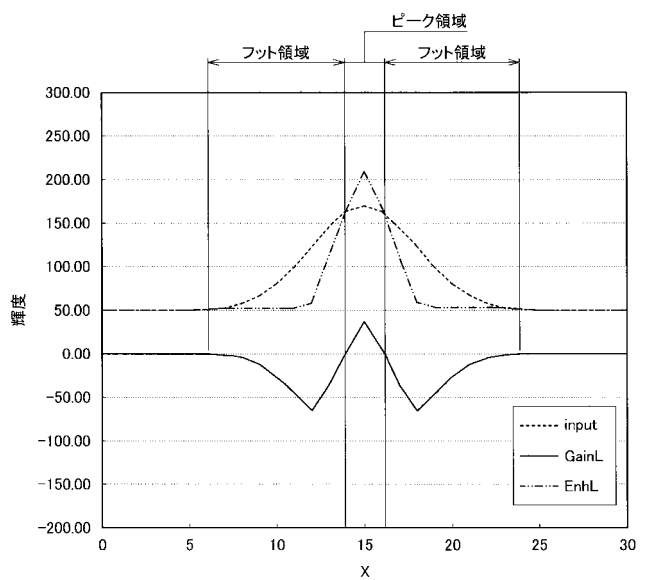
【図 4】



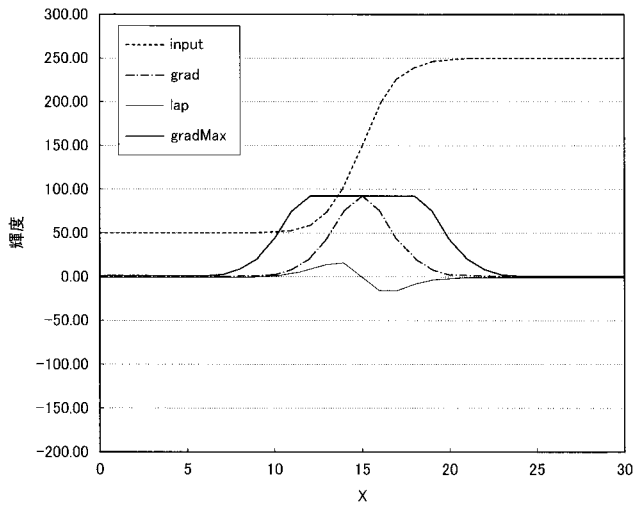
【図 5】



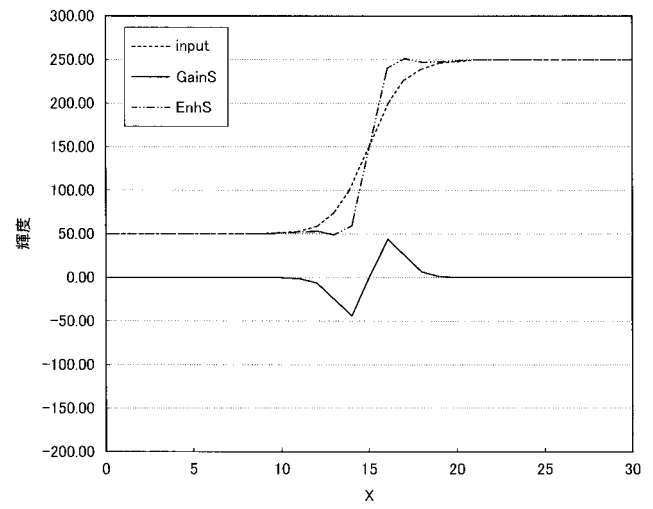
【図 6】



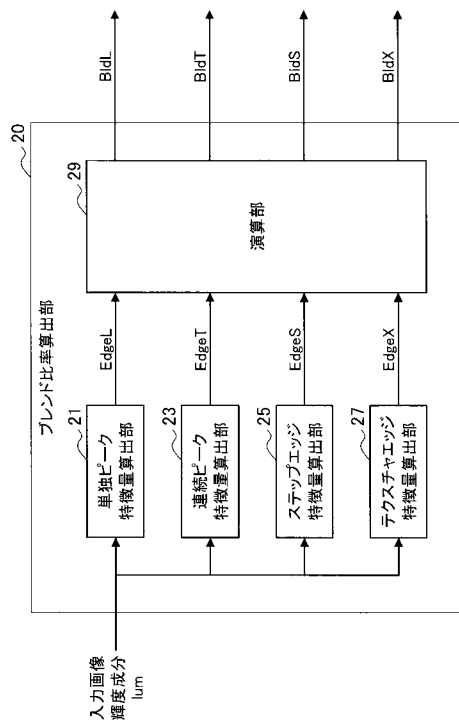
【図 7】



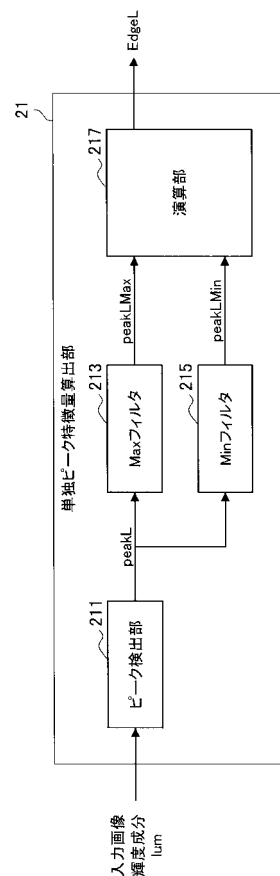
【図 8】



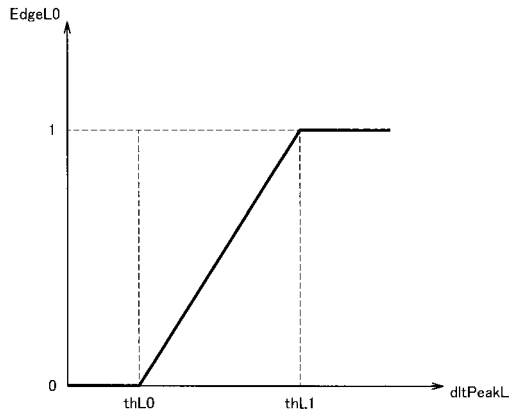
【図 9】



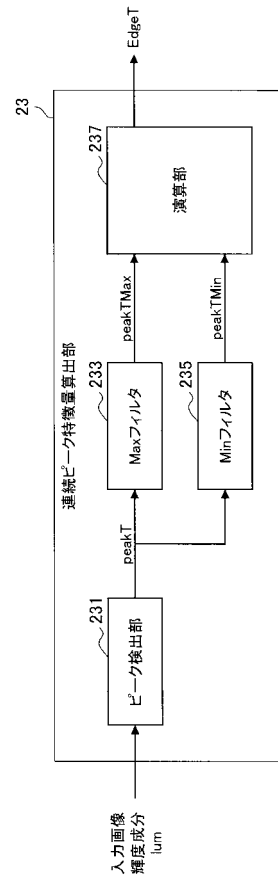
【図 10】



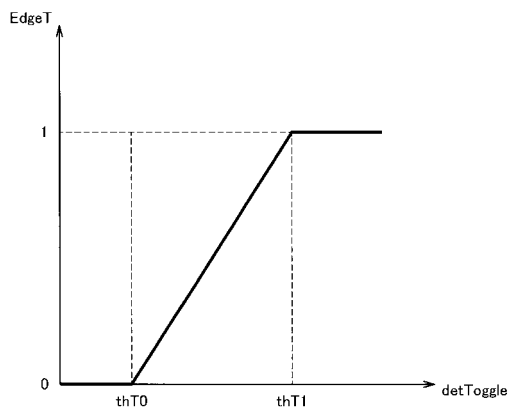
【図 1 1】



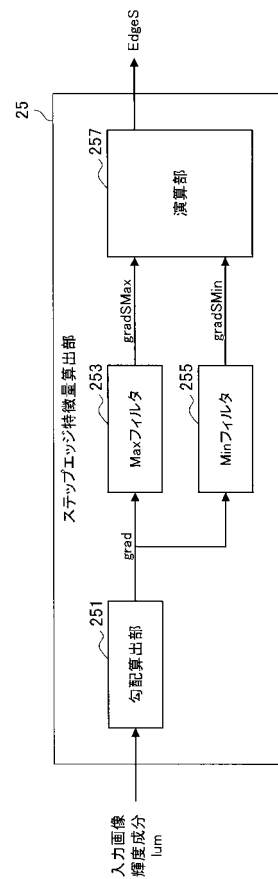
【図 1 2】



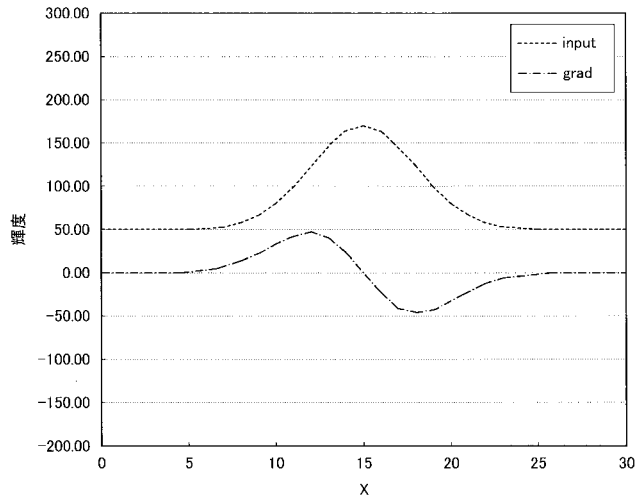
【図 1 3】



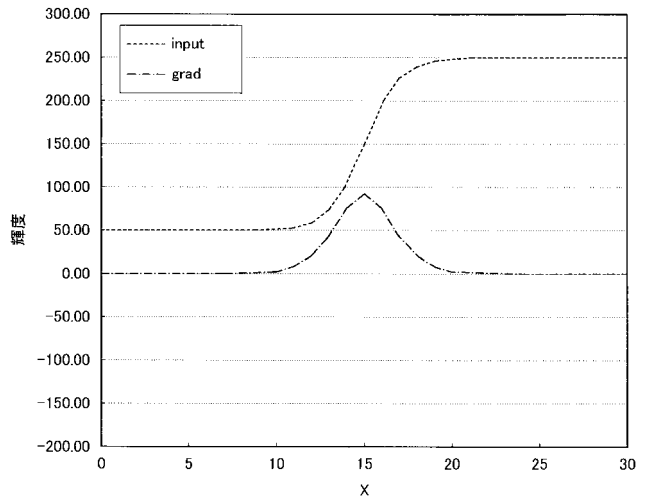
【図 1 4】



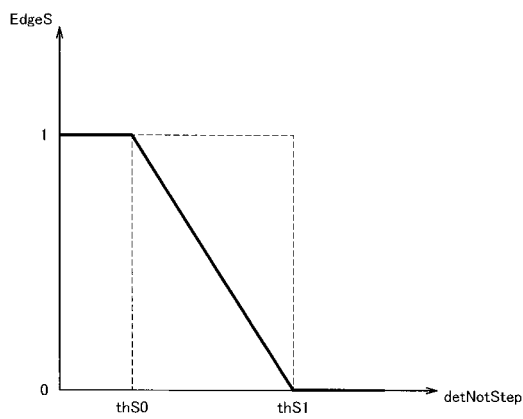
【図 15】



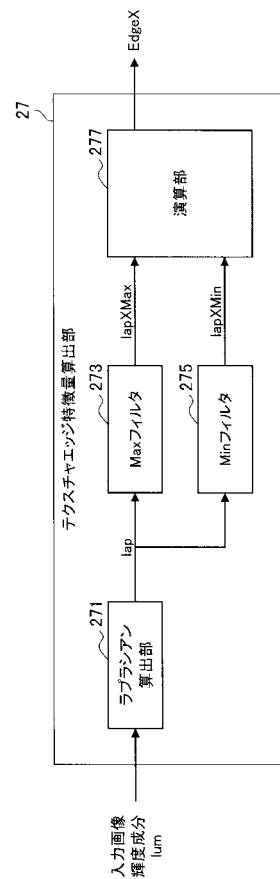
【図 16】



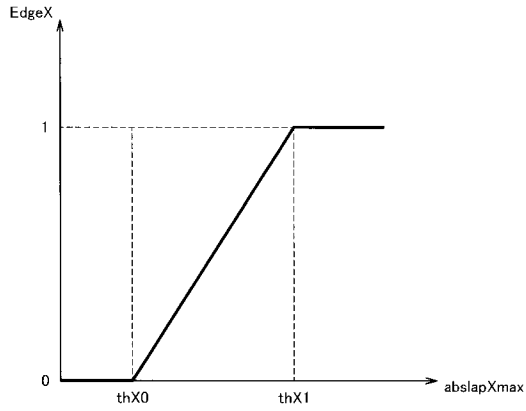
【図 17】



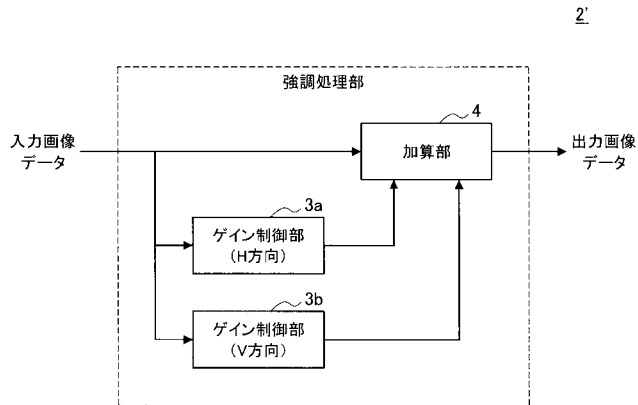
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【図 21】

