

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5995704号  
(P5995704)

(45) 発行日 平成28年9月21日(2016.9.21)

(24) 登録日 平成28年9月2日(2016.9.2)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>G06T</b>	<b>7/60</b>	<b>(2006.01)</b>	G06T	7/60	250A
<b>G06T</b>	<b>5/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G06T	5/00	705
<b>H04N</b>	<b>1/409</b>	<b>(2006.01)</b>	H04N	1/40	101C

請求項の数 18 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2012-279054 (P2012-279054)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成24年12月21日(2012.12.21)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2014-123247 (P2014-123247A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成26年7月3日(2014.7.3)	(74) 代理人	100083840
審査請求日	平成27年8月24日(2015.8.24)		弁理士 前田 実
		(74) 代理人	100116964
			弁理士 山形 洋一
		(74) 代理人	100135921
			弁理士 篠原 昌彦
		(72) 発明者	青木 透
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内
		(72) 発明者	豊田 善隆
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置及び画像処理方法並びにプログラム及び記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力画像中の処理対象画素を中心とする第1の範囲内の画素の画素値に基づいて、N個(Nは8以上の整数)の方向の各々について第1のエッジ指標を算出し、算出された前記N個の方向の各々についての第1のエッジ指標のうちの最大のものを第1のエッジ強度として出力するとともに、前記第1のエッジ指標が最大となる方向を第1のエッジ方向として出力する第1のエッジ検出部と、

前記第1のエッジ検出部で算出された前記N個の方向についての前記第1のエッジ指標の平均値に対する比をピーク強度として算出するピーク強度算出部と、

前記入力画像中の前記処理対象画素を中心とし、前記第1の範囲よりも狭い第2の範囲内の画素に基づいてM個(Mは8以上の整数)の方向の各々について第2のエッジ指標を算出し、算出された前記M個の方向の各々についての前記第2のエッジ指標のうちの最大のものを第2のエッジ強度として出力する第2のエッジ検出部と、

前記第1のエッジ検出部からの前記第1のエッジ強度と、前記第2のエッジ検出部からの前記第2のエッジ強度と、前記ピーク強度算出部からの前記ピーク強度に基づいて、前記処理対象画素がエッジ箇所にあるか、エッジ以外の箇所にあるかの判定を行って判定結果を出力し、エッジ箇所にある場合には前記第1のエッジ方向を当該処理対象画素についてのエッジの方向として出力するエッジ判定部と

を備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

10

20

前記入力画像中の処理対象画素を中心とする、第3の範囲内の画素の画素値の標準偏差を算出する標準偏差算出部をさらに有し、

前記エッジ判定部は、

前記第1のエッジ検出部からの前記第1のエッジ強度、前記第2のエッジ検出部からの前記第2のエッジ強度、及び前記ピーク強度算出部からの前記ピーク強度のみならず、前記標準偏差算出部からの前記標準偏差にも基づいて、前記処理対象画素が、エッジ箇所にあるか、平坦箇所にあるか、それら以外の箇所にあるかの判定を行う

ことを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】

前記第1のエッジ検出部が、前記第1の範囲内のそれぞれの画素の画素値と、前記N個の方向の各々に対して予め定められたフィルタ係数の組であって、各々前記第1の範囲内の画素の各々に対応するフィルタ係数を有するフィルタ係数の組との積和演算を行い、該積和演算の結果の絶対値を、当該方向についての前記第1のエッジ指標として出力し、

前記第2のエッジ検出部が、前記第2の範囲内のそれぞれの画素の画素値と、前記M個の方向の各々に対して予め定められたフィルタ係数の組であって、各々前記第2の範囲内の画素の各々に対応するフィルタ係数を有するフィルタ係数の組との積和演算を行い、該積和演算の結果の絶対値を、当該方向についての前記第2のエッジ指標として出力する

ことを特徴とする請求項1又は2に記載の画像処理装置。

【請求項4】

前記入力画像中の処理対象画素を中心とする、第4の範囲内の画素の画素値を用いて、前記エッジ判定部で当該処理対象画素について検出された前記エッジの方向に応じたエッジ平滑化処理を行い、エッジ平滑化画素値を出力するエッジ平滑化処理部と、

前記エッジ判定部での前記判定の結果に応じて、前記エッジ平滑化処理部からの前記エッジ平滑化画素値と、前記処理対象画素の画素値のいずれかを選択して中間出力画素値として出力する画素値選択部と、

前記画素値選択部からの前記中間出力画素値と、前記処理対象画素の画素値とを、指定された合成比率で合成して出力画素値を算出する画素値合成部と

をさらに備えた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5】

前記入力画像中の処理対象画素を中心とする、第4の範囲内の画素の画素値を用いて、前記エッジ判定部で当該処理対象画素について検出された前記エッジの方向に応じたエッジ平滑化処理を行い、エッジ平滑化画素値を出力するエッジ平滑化処理部と、

前記入力画像中の処理対象画素を中心とする、第5の範囲内の画素の画素値の平均値を算出して、平均画素値として出力する平均画素値算出部と、

前記エッジ判定部での前記判定の結果に応じて、前記平均画素値算出部からの前記平均画素値と、前記エッジ平滑化処理部からの前記エッジ平滑化画素値と、前記処理対象画素の画素値のいずれかを選択して中間出力画素値として出力する画素値選択部と、

前記画素値選択部からの前記中間出力画素値と、前記処理対象画素の画素値とを、指定された合成比率で合成して出力画素値を算出する画素値合成部と

をさらに備えた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6】

前記エッジ平滑化処理部は、

前記入力画像中の処理対象画素を中心とする、前記第4の範囲内のそれぞれの画素の画素値と、前記N個の方向のうちの、前記エッジ判定部で当該処理対象画素について検出されたエッジの方向に対して予め定められたフィルタ係数の組との積和演算を行うことで、前記エッジ平滑化処理を行う

ことを特徴とする請求項4又は5に記載の画像処理装置。

【請求項7】

前記エッジ判定部は、

前記第1のエッジ強度が第1の閾値未満の場合には、エッジ以外の箇所であると判定し

10

20

30

40

50

前記第1のエッジ強度が前記第1の閾値以上で、かつ前記第2のエッジ強度が第2の閾値未満の場合には、エッジ箇所と判定し、

前記第1のエッジ強度が前記第1の閾値以上で、かつ前記第2のエッジ強度が前記第2の閾値以上で、かつ前記ピーク強度が第3の閾値以上の場合には、エッジ箇所と判定し、

前記第1のエッジ強度が前記第1の閾値以上で、かつ前記第2のエッジ強度が前記第2の閾値以上で、かつ前記ピーク強度が前記第3の閾値未満の場合には、エッジ以外の箇所と判定する

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8】

前記エッジ判定部は、

前記第1のエッジ強度が第1の閾値以上で、かつ前記第2のエッジ強度が第2の閾値未満の場合には、エッジ箇所と判定し、

前記第1のエッジ強度が前記第1の閾値以上で、かつ前記第2のエッジ強度が前記第2の閾値以上で、かつ前記ピーク強度が第3の閾値以上の場合には、エッジ箇所と判定し、

前記第1のエッジ強度が前記第1の閾値以上で、かつ前記第2のエッジ強度が前記第2の閾値以上で、かつ前記ピーク強度が前記第3の閾値未満で、かつ前記標準偏差が第4の閾値未満の場合には平坦箇所と判定し、

前記第1のエッジ強度が前記第1の閾値以上で、かつ前記第2のエッジ強度が前記第2の閾値以上で、かつ前記ピーク強度が前記第3の閾値未満で、かつ前記標準偏差が前記第4の閾値以上の場合には、エッジ箇所及び平坦箇所のいずれでもない判定し、

前記第1のエッジ強度が前記第1の閾値未満で、かつ前記標準偏差が前記第4の閾値未満の場合には、平坦箇所と判定し、

前記第1のエッジ強度が前記第1の閾値未満で、かつ前記標準偏差が前記第4の閾値以上の場合には、エッジ箇所及び平坦箇所のいずれでもない判定する

ことを特徴とする請求項2又は5に記載の画像処理装置。

【請求項9】

前記画素値選択部は、

前記エッジ判定部での前記判定の結果がエッジ箇所であることを示す場合には前記エッジ平滑化画素値を、

前記エッジ判定部での前記判定の結果がエッジ箇所以外の箇所であることを示す場合には前記処理対象画素の画素値を選択して前記中間出力画素値として出力する

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10】

前記画素値選択部は、

前記エッジ判定部での前記判定の結果がエッジ箇所であることを示す場合は前記エッジ平滑化画素値を、

前記エッジ判定部での前記判定の結果が平坦箇所であることを示す場合には前記平均画素値を、

前記エッジ判定部での前記判定の結果がエッジ箇所及び平坦箇所のいずれでもないことを示す場合には前記処理対象画素の画素値を選択して前記中間出力画素値として出力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11】

入力画像中の処理対象画素を中心とする第1の範囲内の画素の画素値に基づいて、N個(Nは8以上の整数)の方向の各々について第1のエッジ指標を算出し、算出された前記N個の方向の各々についての第1のエッジ指標のうちの最大のものを第1のエッジ強度として出力するとともに、前記第1のエッジ指標が最大となる方向を第1のエッジ方向として出力する第1のエッジ検出ステップと、

前記第1のエッジ検出ステップで算出された前記N個の方向についての前記第1のエッジ指標の平均値に対する比をピーク強度として算出するピーク強度算出ステップと、

10

20

30

40

50

前記入力画像中の前記処理対象画素を中心とし、前記第 1 の範囲よりも狭い第 2 の範囲内の画素に基づいて M 個 (M は 8 以上の整数) の方向の各々について第 2 のエッジ指標を算出し、算出された前記 M 個の方向の各々についての前記第 2 のエッジ指標のうちの最大のものを第 2 のエッジ強度として出力する第 2 のエッジ検出ステップと、

前記第 1 のエッジ検出ステップからの前記第 1 のエッジ強度と、前記第 2 のエッジ検出ステップからの前記第 2 のエッジ強度と、前記ピーク強度算出ステップからの前記ピーク強度に基づいて、前記処理対象画素がエッジ箇所にあるか、エッジ以外の箇所にあるかの判定を行って判定結果を出力し、エッジ箇所にある場合には前記第 1 のエッジ方向を当該処理対象画素についてのエッジの方向として出力するエッジ判定ステップと

を備えたことを特徴とする画像処理方法。

10

【請求項 1 2】

前記入力画像中の処理対象画素を中心とする、第 3 の範囲内の画素の画素値の標準偏差を算出する標準偏差算出ステップをさらに有し、

前記エッジ判定ステップは、

前記第 1 のエッジ検出ステップからの前記第 1 のエッジ強度、前記第 2 のエッジ検出ステップからの前記第 2 のエッジ強度、及び前記ピーク強度算出ステップからの前記ピーク強度のみならず、前記標準偏差算出ステップからの前記標準偏差にも基づいて、前記処理対象画素が、エッジ箇所にあるか、平坦箇所にあるか、それら以外の箇所にあるかの判定を行う

ことを特徴とする請求項 1 1 に記載の画像処理方法。

20

【請求項 1 3】

前記第 1 のエッジ検出ステップが、前記第 1 の範囲内のそれぞれの画素の画素値と、前記 N 個の方向の各々に対して予め定められたフィルタ係数の組であって、各々前記第 1 の範囲内の画素の各々に対応するフィルタ係数を有するフィルタ係数の組との積和演算を行い、該積和演算の結果の絶対値を、当該方向についての前記第 1 のエッジ指標として出力し、

前記第 2 のエッジ検出ステップが、前記第 2 の範囲内のそれぞれの画素の画素値と、前記 M 個の方向の各々に対して予め定められたフィルタ係数の組であって、各々前記第 2 の範囲内の画素の各々に対応するフィルタ係数を有するフィルタ係数の組との積和演算を行い、該積和演算の結果の絶対値を、当該方向についての前記第 2 のエッジ指標として出力する

30

ことを特徴とする請求項 1 1 又は 1 2 に記載の画像処理方法。

【請求項 1 4】

前記入力画像中の処理対象画素を中心とする、第 4 の範囲内の画素の画素値を用いて、前記エッジ判定ステップで当該処理対象画素について検出された前記エッジの方向に応じたエッジ平滑化処理を行い、エッジ平滑化画素値を出力するエッジ平滑化処理ステップと、

前記エッジ判定ステップでの前記判定の結果に応じて、前記エッジ平滑化処理ステップからの前記エッジ平滑化画素値と、前記処理対象画素の画素値のいずれかを選択して中間出力画素値として出力する画素値選択ステップと、

40

前記画素値選択ステップからの前記中間出力画素値と、前記処理対象画素の画素値とを、指定された合成比率で合成して出力画素値を算出する画素値合成ステップと

をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 1 に記載の画像処理方法。

【請求項 1 5】

前記入力画像中の処理対象画素を中心とする、第 4 の範囲内の画素の画素値を用いて、前記エッジ判定ステップで当該処理対象画素について検出された前記エッジの方向に応じたエッジ平滑化処理を行い、エッジ平滑化画素値を出力するエッジ平滑化処理ステップと

前記入力画像中の処理対象画素を中心とする、第 5 の範囲内の画素の画素値の平均値を算出して、平均画素値として出力する平均画素値算出ステップと、

50

前記エッジ判定ステップでの前記判定の結果に応じて、前記平均画素値算出ステップからの前記平均画素値と、前記エッジ平滑化処理ステップからの前記エッジ平滑化画素値と、前記処理対象画素の画素値のいずれかを選択して中間出力画素値として出力する画素値選択ステップと、

前記画素値選択ステップからの前記中間出力画素値と、前記処理対象画素の画素値とを、指定された合成比率で合成して出力画素値を算出する画素値合成ステップとをさらに備えたことを特徴とする請求項 1 2 に記載の画像処理方法。

【請求項 1 6】

前記エッジ平滑化処理ステップは、

前記入力画像中の処理対象画素を中心とする、前記第 4 の範囲内のそれぞれの画素の画素値と、前記 N 個の方向のうちの、前記エッジ判定ステップで当該処理対象画素について検出されたエッジの方向に対して予め定められたフィルタ係数の組との積和演算を行うことで、前記エッジ平滑化処理を行う

ことを特徴とする請求項 1 4 又は 1 5 に記載の画像処理方法。

【請求項 1 7】

請求項 1 1 から 1 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項 1 8】

請求項 1 7 に記載のプログラムを記録した、コンピュータで読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像処理装置及び画像処理方法に関し、特に入力画像中のエッジ部分に発生するガタツキを滑らかに補正するエッジ平滑化処理に関するものである。本発明はまた、画像処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラム及び該プログラムを記録した、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

エッジ平滑化処理は、デジタルカメラ等で撮影された画像データに対して、エッジ部分のジャギーを減らす、あるいはエッジ上に乗っているノイズを除去する目的で用いられる。特許文献 1 中にはエッジ部分を平滑化する画像処理装置の構成が記載されている。

【0003】

即ち、特許文献 1 の画像処理装置処理は、特許文献 1 中の図 1 に示されているように、エッジ検出処理部 1 2 2、傾き検出フィルタ 1 2 6、平滑化処理部 1 2 3、平滑化フィルタ 1 2 7 及び基準傾き角データ 1 2 8 を有する。

【0004】

傾き検出フィルタ 1 2 6 は特許文献 1 中の図 2 に示すような、角度毎の係数の 2 次元配列から構成されている。エッジ検出処理部 1 2 2 では、処理対象画素を中心とした周辺画素に対して、傾き検出フィルタ 1 2 6 を畳み込み演算して、角度毎に畳み込み演算結果を算出する。そして、検出角度毎の畳み込み演算結果の中で、予め定めた閾値を越えて、かつ最大となる畳み込み演算結果に対応する角度を、検出角度としている。

【0005】

そして、平滑化フィルタ 1 2 7 も特許文献 1 中の図 3 に示すような、角度毎の係数の 2 次元配列から構成されている。平滑化処理部 1 2 3 では、処理対象画素を中心とした周辺画素に対して、平滑化フィルタ 1 2 7 の中で検出した角度に対応するフィルタを畳み込み演算し、畳み込み演算結果を平滑化後の画素値とする。また、基準傾き角データ 1 2 8 には平滑化処理を行わない角度を設定しておく。水平線あるいは垂直線はジャギーが発生しないため、平滑化処理が不要である。そこで基準傾き角データに、水平線に対応する 0 度、180 度と垂直線に対応する 90 度、270 度を設定しておき、検出した角度が 0 度、90 度、180 度あるいは 270 度の場合には、平滑化処理を実行しない。

10

20

30

40

50

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2005-122361号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1中の図1のように構成した従来の画像処理装置では、傾き検出フィルタ126の2次元配列の大きさが大きすぎると、長さが短いエッジの傾きを検出することが難しくなる。反対に、傾き検出フィルタ126の2次元配列の大きさが小さすぎると、ノイズをエッジとして検出してしまうという問題が生じる。

10

【0008】

本発明は上記のような問題点を解決するためになされたものであり、ノイズをエッジと誤検出しないでエッジ平滑化処理を実現することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係る画像処理装置は、

入力画像中の処理対象画素を中心とする第1の範囲内の画素の画素値に基づいて、N個(Nは8以上の整数)の方向の各々について第1のエッジ指標を算出し、算出された前記N個の方向の各々についての第1のエッジ指標のうちの最大のものを第1のエッジ強度として出力するとともに、前記第1のエッジ指標が最大となる方向を第1のエッジ方向として出力する第1のエッジ検出部と、

20

前記第1のエッジ検出部で算出された前記N個の方向についての前記第1のエッジ指標の平均値に対する比をピーク強度として算出するピーク強度算出部と、

前記入力画像中の前記処理対象画素を中心とし、前記第1の範囲よりも狭い第2の範囲内の画素に基づいてM個(Mは8以上の整数)の方向の各々について第2のエッジ指標を算出し、算出された前記M個の方向の各々についての前記第2のエッジ指標のうちの最大のものを第2のエッジ強度として出力する第2のエッジ検出部と、

前記第1のエッジ検出部からの前記第1のエッジ強度と、前記第2のエッジ検出部からの前記第2のエッジ強度と、前記ピーク強度算出部からの前記ピーク強度に基づいて、前記処理対象画素がエッジ箇所にあるか、エッジ以外の箇所にあるかの判定を行って判定結果を出力し、エッジ箇所にある場合には前記第1のエッジ方向を当該処理対象画素についてのエッジの方向として出力するエッジ判定部と

30

を備えたことを特徴とする。

## 【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、処理対象画素がエッジ箇所、及びエッジ以外の箇所のいずれにあるかの判定の誤りを少なくすることができ、エッジ箇所に対してのみエッジ平滑化を行うことで、画質の向上を図ることができる。

## 【図面の簡単な説明】

40

【0011】

【図1】本発明の実施の形態1の画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図2】エッジ解析部に入力される処理対象画素とその周辺の画素のデータを示す図である。

【図3】(a)~(c)は、広範囲エッジ検出部における積和演算を示す図である。

【図4】方向(1)~(4)の各々についての広範囲エッジ指標の算出に用いられるフィルタ係数の一例を示す図である。

【図5】方向(5)~(8)の各々についての広範囲エッジ指標の算出に用いられるフィルタ係数の一例を示す図である。

【図6】方向(9)~(12)の各々についての広範囲エッジ指標の算出に用いられるフ

50

フィルタ係数の一例を示す図である。

【図 7】方向 ( 1 3 ) ~ ( 1 6 ) の各々についての広範囲エッジ指標の算出に用いられるフィルタ係数の一例を示す図である。

【図 8】( a ) ~ ( c ) は、狭範囲エッジ検出部における積和演算を示す図である。

【図 9】方向 ( 1 ) ~ ( 8 ) の各々についての狭範囲エッジ指標の算出に用いられるフィルタ係数の一例を示す図である。

【図 1 0】方向 ( 9 ) ~ ( 1 6 ) の各々についての狭範囲エッジ指標の算出に用いられるフィルタ係数の一例を示す図である。

【図 1 1】エッジ判定部で用いられる閾値を説明する図である。

【図 1 2】実施の形態 1 のエッジ判定部での判定に用いられる規則を示す図である。

10

【図 1 3】画素値補正部に入力される処理対象画素とその周辺の画素のデータを示す図である。

【図 1 4】( a ) ~ ( c ) は、エッジ平滑化処理の概略を示す図である。

【図 1 5】図 1 の出力画素値算出部の構成例を示すブロック図である。

【図 1 6】図 1 5 の画素値選択部による選択処理を示す図である。

【図 1 7】本発明の実施の形態 2 の画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図 1 8】図 1 7 の出力画素値算出部の構成例を示すブロック図である。

【図 1 9】実施の形態 2 のエッジ判定部での判定に用いられる規則を示す図である。

【図 2 0】図 1 8 の画素値選択部による選択処理を示す図である。

【図 2 1】本発明の実施の形態 3 の画像処理方法の処理手順を示すフローチャートである

20

。【図 2 2】図 2 1 のエッジ判定の処理手順の具体例を示すフローチャートである。

【図 2 3】本発明の実施の形態 4 の画像処理方法の処理手順を示すフローチャートである

。【図 2 4】図 2 3 のエッジ判定の処理手順の具体例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

実施の形態 1 .

図 1 は本発明の実施の形態 1 の画像処理装置 1 0 の構成を示す。

図 1 に示される画像処理装置 1 0 は、デジタルデータで表される入力画像に対して、エッジ部分を検出するものであり、一時記憶部 1 1、エッジ解析部 2 0 及び画素値補正部 3 0 を有する。

30

【 0 0 1 3 】

入力画像データ  $D_{in}$  はラスタスキャンの順に 1 ラインずつ一時記憶部 1 1 に入力されて格納された後、所望のタイミングで読みだされ、出力される。一時記憶部 1 1 は、複数ライン分、例えば 1 1 ライン分の画像データを蓄え得るものである。

【 0 0 1 4 】

一時記憶部 1 1 から出力された入力画像データ  $D_{11}$  はエッジ解析部 2 0 に送られ、エッジ解析部 2 0 でエッジ方向  $E_{GD}$  及びエッジ判定結果  $E_{JR}$  が求められる。エッジ方向  $E_{GD}$  及びエッジ判定結果  $D_{JR}$  は、入力画像データ  $D_{11}$  とともに画素値補正部 3 0 に送られ、画素値補正部 3 0 で出力画像データ  $D_{30}$  が生成される。

40

【 0 0 1 5 】

エッジ解析部 2 0 は、広範囲エッジ検出部 2 1、広範囲エッジ検出フィルタ係数保持部 2 2、ピーク強度算出部 2 3、狭範囲エッジ検出部 2 4、狭範囲エッジ検出フィルタ係数保持部 2 5、標準偏差算出部 2 6 及びエッジ判定部 2 7 を有する。

【 0 0 1 6 】

エッジ解析部 2 0 に入力された入力画像データ  $D_{11}$  中の処理対象画素とその周辺の画素のデータ ( 画素値を表すデータ ) が、広範囲エッジ検出部 2 1、狭範囲エッジ検出部 2 4 及び標準偏差算出部 2 6 に送られる。

【 0 0 1 7 】

50

図2は、広範囲エッジ検出部21、狭範囲エッジ検出部24及び標準偏差算出部26のそれぞれに送られる入力画像データ中の処理対象画素とその周辺の画素のデータを示す。

図2に示すように、広範囲エッジ検出部21には、処理対象画素を中心にして、第1の範囲内の画素、例えば周辺の左右、上下5画素ずつの計 $11 \times 11$ 画素のデータが送られる。

#### 【0018】

狭範囲エッジ検出部24には、処理対象画素を中心にして、上記第1の範囲よりも狭い第2の範囲内の画素、例えば、周辺の左右、上下1画素ずつの計 $3 \times 3$ 画素のデータが送られる。

標準偏差算出部26には、処理対象画素を中心にして、第3の範囲内の画素、例えば、周辺の左右、上下1画素ずつの計 $3 \times 3$ 画素のデータが送られる。

10

#### 【0019】

広範囲エッジ検出部21は、一時記憶部11からの、上記の $11 \times 11$ 画素のデータと、広範囲エッジ検出フィルタ係数保持部22から供給される広範囲エッジ検出フィルタ係数 $KW$ から、広範囲エッジ検出結果としての広範囲エッジ強度 $AW_m$ 及び広範囲エッジ方向 $n_e$ を算出する。

#### 【0020】

広範囲エッジ検出部21は、複数の、例えば16個の方向(第1乃至第16の方向)の各々についての広範囲エッジ指標を求めるものであり、上記の $11 \times 11$ 画素の画素値と、複数組の、例えば16組のフィルタ係数との積和演算を行って、16個の積和演算結果を求め、それぞれの積和演算結果の絶対値を、それぞれの方向の広範囲エッジ指標 $AW_n$ として出力する。16個の方向は、水平右方向を0度とし、0度方向から $33.75$ 度方向までの $2.25$ 度刻みの方向である。

20

#### 【0021】

広範囲エッジ検出部21による積和演算の概要を図3(a)~(c)に示す。

図3(a)は、処理対象画素(印で示す)を中心とする $11 \times 11$ 画素を示す。各画素の画素値は、処理対象画素の位置を原点とする座標 $(x, y)$ を用い、 $P(x, y)$ で表される。 $x$ の値は左右方向に1画素間隔を単位として変化し、 $y$ の値は上下方向に1画素間隔を単位として変化する。以下同様である。

#### 【0022】

図3(b)は、その(1)~(16)に、第1乃至第16の方向の各々の狭範囲エッジ指標 $AN_m$ の算出に用いられる16組のフィルタ係数 $KW_1 \sim KW_{16}$ の概要を示す。

各組のフィルタ係数 $KW_n$ ( $n$ は1乃至16のいずれか)は、図3(a)の $11 \times 11$ 画素にそれぞれ対応する、 $11 \times 11$ 個のフィルタ係数(要素)を持つ。図3(b)で、白色の部分は正の係数を、黒色の部分は負の係数を、ハッチングを施した部分は値が0の係数を示す。座標 $(x, y)$ の画素に対応するフィルタ係数の値は $KW_n(x, y)$ で表される。

30

#### 【0023】

図4~図7は、それらの(1)~(16)に第1乃至第16のフィルタ係数 $KW_1 \sim KW_{16}$ の具体例を示す。各組のフィルタ係数は $11 \times 11$ の2次元マトリクスを構成し、各マスが、 $11 \times 11$ 画素範囲内の座標 $(x, y)$ に対応し、各マス内に記入された数値と各マトリクスの右側に記載された分数を掛けた値が、当該マスの位置に対応する座標 $(x, y)$ の画素の画素値に乘算される係数となる。各マス内の数値は相対的な大きさを表す整数であり、右側の分数を掛けるのは、組相互間で係数の絶対値の総和が同じ値、具体的には1となるようにするためである。座標 $(x, y)$ の画素に乘算される係数は $KW_m(x, y)$ で表される。

40

#### 【0024】

図3(a)に示される $11 \times 11$ 画素の画素値と、図3(b)の(1)~(16)、より具体的には、図4~図7の(1)~(16)の各々に示される各組のフィルタ係数 $KW_n(x, y)$ とを用いて、図3(c)に示すように、積和演算が行われる。積和演算は式(

50



1) で表される。

【0025】

【数1】

$$SW_n = \sum_{x,y=-5}^5 P(x,y) \times KW_n(x,y) \quad (1)$$

【0026】

式(1)において、

$KW_n(x,y)$  は第  $n$  のフィルタ係数の組の座標  $(x,y)$  の係数の値を表す。 $n$  は  $1 \sim 16$  の範囲の整数である。

$SW_n$  は第  $n$  のフィルタ係数の組を用いたときの積和演算結果である。

【0027】

広範囲エッジ検出部 21 は、上記の積和演算処理で求められた、すべての方向  $n$  についての積和演算結果  $SW_n$  の絶対値を、広範囲エッジ指標  $AW_n$  とし、さらに、すべての方向  $n$  についての広範囲エッジ指標  $AW_n$  のうちの最大値  $AW_{mx}$  を求めて、該最大値  $AW_{mx}$  を広範囲エッジ強度として出力する。

【0028】

広範囲エッジ検出部 21 はさらに、広範囲エッジ指標  $AW_n$  が最大値となる方向を表す  $n$  の値  $n_e$  を求めて、広範囲エッジ方向を表すデータとして出力する。

【0029】

ピーク強度算出部 23 は、広範囲エッジ検出部 21 から、すべての方向  $n$  についての広範囲エッジ指標  $AW_n$  と、広範囲エッジ強度  $AW_{mx}$  とを受け、すべての方向  $n$  についての広範囲エッジ指標の平均値  $AW_{av}$  を求め、さらに平均値  $AW_{av}$  に対する最大値  $AW_{mx}$  の比を求めてピーク強度  $PR$  として出力する。

平均値  $AW_{av}$  を求める演算は式(2A)で表され、ピーク強度  $PR$  を求める演算は式(2B)により表される。

【0030】

【数2】

$$AW_{av} = \frac{1}{16} \sum_{n=1}^{16} AW_n \quad (2A)$$

$$PR = \frac{AW_{mx}}{AW_{av}} \quad (2B)$$

【0031】

狭範囲エッジ検出部 24 は、一時記憶部 11 からの、上記の  $3 \times 3$  画素のデータと、狭範囲エッジ検出フィルタ係数保持部 25 から供給される狭範囲エッジ検出フィルタ係数  $KN$  から、狭範囲エッジ検出結果としての狭範囲エッジ強度  $AN_{mx}$  を算出する。

【0032】

狭範囲エッジ検出部 24 は、複数の、例えば 16 個の方向 (第 1 乃至第 16 の方向) の各々についての狭範囲エッジ指標を求めるものであり、上記の  $3 \times 3$  画素の画素値と、複数組の、例えば 16 組のフィルタ係数との積和演算を行って、16 個の積和演算結果を求め、それぞれの積和演算結果の絶対値を、それぞれの方向の狭範囲エッジ指標  $AN_m$  として出力する。16 個の方向は、水平右方向を 0 度とし、0 度方向から  $337.5$  度方向までの  $22.5$  度刻みの方向である。

【0033】

狭範囲エッジ検出部 24 による積和演算の概要を図 8(a) ~ (c) に示す。

図 8(a) は、処理対象画素 (印で示す) を中心とする  $3 \times 3$  画素を示す。各画素の画素値は、処理対象画素の位置を原点とする座標  $(x,y)$  を用い、 $P(x,y)$  で表さ

10

20

30

40

50

れる。

【 0 0 3 4 】

図 8 ( b ) は、その ( 1 ) ~ ( 1 6 ) に、第 1 乃至第 1 6 の方向の各々の狭範囲エッジ指標  $AN_m$  の算出に用いられる 1 6 組のフィルタ係数  $KN_1 \sim KN_{16}$  の概要を示す。

各組のフィルタ係数  $KN_m$  (  $m$  は 1 乃至 1 6 のいずれか ) は、図 8 ( a ) の  $3 \times 3$  画素にそれぞれ対応する、 $3 \times 3$  個のフィルタ係数を持つ。図 8 ( b ) で白色の部分は正の係数を、黒色の部分は負の係数を、ハッチングを施した部分は値が 0 の係数を示す。

【 0 0 3 5 】

図 9 及び図 1 0 は、それらの ( 1 ) ~ ( 1 6 ) に第 1 乃至第 1 6 のフィルタ係数  $KN_1 \sim KN_{16}$  の具体例を示す。各組のフィルタ係数は  $3 \times 3$  の 2 次元マトリクスを構成し、各マスが、 $3 \times 3$  画素範囲内の座標 (  $x, y$  ) に対応し、各マス内に記入された数値と各マトリクスの右側に記載された分数を掛けた値が、当該マスの位置に対応する座標 (  $x, y$  ) の画素の画素値に乗算される係数となる。各マス内の数値は相対的な大きさを表す数であり、右側の分数を掛けるのは、組相互間で係数の絶対値の総和が同じ値、具体的には 1 となるようにするためである。座標 (  $x, y$  ) の画素に乘算される係数は  $KN_m ( x, y )$  で表される。

10

【 0 0 3 6 】

図 8 ( a ) に示される  $3 \times 3$  画素の画素値と、図 8 ( b ) の ( 1 ) ~ ( 1 6 ) 、より具体的には、図 9 及び図 1 0 の ( 1 ) ~ ( 1 6 ) の各々に示される各組のフィルタ係数  $KN_m ( x, y )$  とを用いて、図 8 ( c ) に示すように、積和演算が行われる。積和演算は式 ( 3 ) で表される。

20

【 0 0 3 7 】

【 数 3 】

$$SN_m = \sum_{x,y=-1}^1 P(x,y) \times KN_m(x,y) \quad (3)$$

【 0 0 3 8 】

式 ( 3 ) において、

$KN_m ( x, y )$  は第  $m$  のフィルタ係数の組の座標 (  $x, y$  ) の係数の値を表す。  $m$  は 1 ~ 16 の範囲の整数である。

30

$SN_m$  は第  $m$  のフィルタ係数の組を用いたときの積和演算結果である。

【 0 0 3 9 】

狭範囲エッジ検出部 2 4 は、上記の積和演算処理で求められた、すべての方向  $m$  についての積和演算結果  $SN_m$  の絶対値を、狭範囲エッジ指標  $AN_m$  とし、さらに、すべての方向  $m$  についての狭範囲エッジ指標  $AN_m$  のうちの最大値  $AN_{mx}$  を求めて、該最大値  $AN_{mx}$  を狭範囲エッジ強度として出力する。

【 0 0 4 0 】

標準偏差算出部 2 6 は、一時記憶部 1 1 からの、上記の  $3 \times 3$  画素の範囲内の画素のデータから標準偏差  $SD$  を算出する。標準偏差  $SD$  は、下記の式 ( 4 ) で求められる。

【 0 0 4 1 】

40

【 数 4 】

$$SD = \sqrt{\sum_{x,y=-1}^1 \{P(x,y) - Pava\}^2} \quad (4)$$

【 0 0 4 2 】

式 ( 4 ) において、  $Pava$  は、画素値  $P ( x, y )$  の、  $3 \times 3$  画素の範囲にわたる平均値であり、下記の式 ( 5 ) で求められる。

【 0 0 4 3 】

【数 5】

$$Pava = \frac{1}{9} \sum_{x,y=-1}^1 P(x,y) \quad (5)$$

【0044】

エッジ判定部 27 は、広範囲エッジ検出部 21 からの広範囲エッジ検出結果としての広範囲エッジ強度  $AW_{mx}$  及び広範囲エッジ方向  $ne$  と、ピーク強度算出部 23 からのピーク強度  $PR$  と、狭範囲エッジ検出部 24 からの狭範囲エッジ検出結果としての狭範囲エッジ強度  $AN_{mx}$  と、標準偏差算出部 26 からの標準偏差  $SD$  とに基づいて、処理対象画素がエッジ箇所にあるか、平坦な箇所にあるか、それら以外の箇所にあるかの判定を行って、この判定の結果をエッジ判定結果  $EJR$  として出力するとともに、エッジ箇所にあると判定した場合には、エッジの方向を示すデータ  $EGD$  も出力する。

10

【0045】

エッジ判定結果  $EJR$  の生成のため、エッジ判定部 27 は、広範囲エッジ強度  $AW_{mx}$ 、狭範囲エッジ強度  $AN_{mx}$ 、標準偏差  $SD$  及びピーク強度  $PR$  と、それぞれの閾値  $AW_{th}$ 、 $AN_{th}$ 、 $SD_{th}$ 、 $PR_{th}$  との比較を行う。比較に用いられる閾値を図 11 に示し、判定で用いられる規則を図 12 に示す。閾値  $AW_{th}$ 、 $AN_{th}$ 、 $SD_{th}$ 、 $PR_{th}$  は、それぞれ特許請求の範囲における「第 1 の閾値」、「第 2 の閾値」、「第 4 の閾値」、「第 3 の閾値」に対応する。

20

【0046】

エッジ判定部 27 による判定の方法について図 12 を参照して説明する。

最初に、広範囲エッジ強度  $AW_{mx}$  が広範囲エッジ強度閾値  $AW_{th}$  未満の場合には、エッジ箇所ではなく、平坦箇所及びその他の箇所のいずれかであると判定する。これは、処理対象画素を中心にして広い範囲を参照したときに、エッジ強度が十分大きくないためエッジと判定しないようにしている。

この場合、標準偏差  $SD$  を参照し、標準偏差  $SD$  が標準偏差閾値  $SD_{th}$  未満の場合には、平坦箇所と判定し、標準偏差  $SD$  が標準偏差閾値  $SD_{th}$  以上の場合には、その他の箇所と判定する。

【0047】

30

次に、広範囲エッジ強度  $AW_{mx}$  が広範囲エッジ強度閾値  $AW_{th}$  以上の場合には、狭範囲エッジ強度  $AN_{mx}$  を参照する。狭範囲エッジ強度  $AN_{mx}$  が狭範囲エッジ強度閾値  $AN_{th}$  未満の場合には、エッジ箇所と判定する。この場合は、処理対象画素を中心にして広い範囲を参照したときにエッジ強度が十分大きく、かつ狭い範囲を参照したときにエッジ強度が小さい状態であり、エッジ箇所と判定してエッジ平滑化処理を行うことで、狭い範囲でのエッジを強調するように作用する。

【0048】

さらに、広範囲エッジ強度  $AW_{mx}$  が広範囲エッジ強度閾値  $AW_{th}$  以上で、かつ狭範囲エッジ強度  $AN_{mx}$  が狭範囲エッジ強度閾値  $AN_{th}$  以上の場合には、ピーク強度  $PR$  を参照して、エッジ箇所か否かを判定する。ピーク強度  $PR$  がピーク強度閾値  $PR_{th}$  以上の場合には、エッジ箇所と判定する。一方、ピーク強度  $PR$  がピーク強度閾値  $PR_{th}$  未満の場合には、標準偏差  $SD$  を参照して平坦箇所かその他の箇所であるかを判定する。即ち、標準偏差  $SD$  が標準偏差閾値  $SD_{th}$  未満の場合には平坦箇所と判定し、標準偏差閾値  $SD_{th}$  以上の場合にはその他の箇所と判定する。

40

【0049】

エッジ判定部 27 は、上記のようにして得られた判定の結果  $EJR$  を出力する。

エッジ判定部 27 はさらに、上記のエッジ判定により、エッジ箇所と判定した場合には、広範囲エッジ検出結果のエッジ方向（広範囲エッジ方向） $ne$  を、そのまま当該処理対象画素についてのエッジ方向  $EGD$  として出力する。

判定の結果  $EJR$  及びエッジ方向  $EGD$  は、画素値補正部 30 に伝えられる。

50

## 【0050】

画素値補正部30は、エッジ平滑化処理部31、エッジ平滑化フィルタ係数保持部32、平均画素値算出部33及び出力画素値算出部34を有する。

画素値補正部30では、入力画像データD11中の処理対象画素とその周辺の画素のデータが、エッジ平滑化処理部31、平均画素値算出部33及び出力画素値算出部34に送られる。

## 【0051】

図13は、エッジ平滑化処理部31、平均画素値算出部33及び出力画素値算出部34のそれぞれに送られる入力画像データ中の処理対象画素とその周辺の画素のデータを示す。

図13に示すように、エッジ平滑化処理部31には、処理対象画素を中心にして第4の範囲内の画素、例えば周辺の左右、上下1画素ずつの計 $3 \times 3$ 画素のデータが送られる。

図13に示すように、平均画素値算出部33には、処理対象画素を中心にして第5の範囲内の画素、例えば周辺の左右、上下1画素ずつの計 $3 \times 3$ 画素のデータが送られる。

出力画素値算出部34には、処理対象画素のみが送られる。

## 【0052】

エッジ平滑化処理部31は、一時記憶部11からの、上記の $3 \times 3$ の範囲(第4の範囲)の画素の画素値と、エッジ平滑化フィルタ係数保持部32から供給される、エッジ平滑化フィルタ係数 $K_S$ と、エッジ判定部27から供給されるエッジ方向 $n_e$ に基づいて、エッジ平滑化結果 $S_S$ を算出する。

## 【0053】

エッジ平滑化処理部31は、エッジ平滑化フィルタ係数保持部32から供給される複数組の、例えば16組のエッジ平滑化フィルタ係数 $K_{S_1} \sim K_{S_{16}}$ のうちの、エッジ方向 $n_e$ に対応するもの $K_{S_{n_e}}$ を選択し、一時記憶部11からの $3 \times 3$ 画素の画素値と、選択されたフィルタ係数 $K_{S_{n_e}}$ との積和演算を行って、積和演算結果を、エッジ平滑化結果(エッジ平滑化画素値) $S_S$ として出力する。

## 【0054】

16組のエッジ平滑化フィルタ係数 $K_{S_1} \sim K_{S_{16}}$ は、それぞれ16個の方向(第1乃至第16の方向)での平滑化を行うためのものである。

16個の方向は、水平右方向を0度とし、0度方向から $337.5$ 度方向までの $22.5$ 度刻みの方向であり、広範囲エッジ検出部21で、広範囲エッジ検出フィルタ係数 $K_{W_1} \sim K_{W_{16}}$ を用いて算出されるそれぞれの広範囲エッジ指標 $A_{W_n}$ の方向 $n$ と同じである。

## 【0055】

エッジ平滑化処理部31による積和演算処理の概要を図14(a)~(c)に示す。

図14(a)は、処理対象画素(印で示す)を中心とする $3 \times 3$ 画素を示す。各画素の画素値は、処理対象画素の位置を原点とする座標 $(x, y)$ を用い、 $P(x, y)$ で表される。

## 【0056】

図14(b)は、その(1)~(16)に、第1乃至第16の方向のエッジ平滑化処理に用いられるフィルタ係数 $K_{S_1} \sim K_{S_{16}}$ の例を示す。

各組のフィルタ係数 $K_{S_n}$ ( $n$ は1乃至16のいずれか)は、図14(a)の $3 \times 3$ 画素にそれぞれ対応する、 $3 \times 3$ 個のフィルタ係数を持つ。図14(b)で、黒丸の部分は値が $1/3$ であるフィルタ係数を表し、無印の部分は値が0のフィルタ係数を表す。座標 $(x, y)$ の画素に対応するフィルタ係数の値は $K_{S_n}(x, y)$ で表される。

## 【0057】

図14(a)に示される $3 \times 3$ 画素の画素値と、図14(b)の(1)~(16)に示される16組のフィルタ係数 $K_{S_1}(x, y) \sim K_{S_{16}}(x, y)$ のうちの選択されたもの、即ち検出されたエッジの方向に対応する第 $n_e$ の組のフィルタ係数 $K_{S_{n_e}}(x, y)$ とを用いて、図14(c)に示すように、積和演算が行われる。積和演算は式(6)で表

10

20

30

40

50

される。

【 0 0 5 8 】

【 数 6 】

$$SS = \sum_{x,y=-1}^1 P(x,y) \times KS_{ne}(x,y) \quad (6)$$

【 0 0 5 9 】

式 ( 6 ) において、

$KS_{ne}(x,y)$  は第  $ne$  のエッジ平滑化フィルタ係数の組の、座標  $(x,y)$  の係数の値を表している。 $ne$  は 1 から 16 の範囲内の整数である。

10

$SS$  は積和演算結果であり、この値がエッジ平滑化結果となる。

【 0 0 6 0 】

平均画素値算出部 3 3 は、一時記憶部 1 1 からの、上記の  $3 \times 3$  画素のデータの平均値  $P_{avb}$  を算出し、算出した平均値 (平均画素値) を、二次元平滑化結果  $P_{avb}$  として出力する。平均値の算出は上記の式 ( 5 ) と同様の下記の式 ( 7 )、即ち、式 ( 5 ) の  $P_{ava}$  を  $P_{avb}$  で置き換えた式で表される。

【 0 0 6 1 】

【 数 7 】

$$P_{avb} = \frac{1}{9} \sum_{x,y=-1}^1 P(x,y) \quad (7)$$

20

【 0 0 6 2 】

出力画素値算出部 3 4 は、図 1 5 に示すように、画素値選択部 3 4 1 と画素値合成部 3 4 2 を有する。

画素値選択部 3 4 1 は、エッジ判定部 2 7 からのエッジ判定結果  $EJR$  を参照して、エッジ平滑化結果  $SS$ 、二次元平滑化結果  $P_{avb}$ 、及び処理対象画素の画素値  $P_{org}$  のいずれかを選択して中間出力画素値  $P_{mid}$  として出力する。選択の規則は図 1 6 に示されている。即ち、エッジ判定結果  $EJR$  がエッジ箇所であることを示す場合にはエッジ平滑化結果  $SS$  が選択され、エッジ判定結果  $EJR$  が平坦箇所を示す場合には二次元平滑化結果  $P_{avb}$  が選択され、エッジ判定結果  $EJR$  がその他の箇所を示す場合には処理対象画素の画素値  $P_{org}$  が選択される。

30

【 0 0 6 3 】

画素値合成部 3 4 2 は、中間出力画素値  $P_{mid}$  と、処理対象画素の画素値  $P_{org}$  とを、式 ( 8 ) に従って合成乃至混合し、出力画素値  $P_{out}$  を求めて出力する。式 ( 8 ) 中の  $Str$  は出力画素値の合成比率 (混合比) を表す。この合成比率  $Str$  の値は 0 ~ 1 の間の値であり、予め定められ、或いは入力画像の特徴に応じて逐次定められる。

【 0 0 6 4 】

【 数 8 】

$$P_{out} = Str \times P_{mid} + (1.0 - Str) \times P_{org} \quad (8)$$

40

【 0 0 6 5 】

上記のようにして求められた出力画素値  $P_{out}$  を表す出力画像データ  $D30$  が画素値補正部 3 0 から出力される。

【 0 0 6 6 】

以上のように、広範囲エッジ強度、狭範囲エッジ強度、標準偏差及びピーク強度を参照することで、処理対象画素がエッジ箇所、平坦箇所及びそれら以外の箇所のいずれにあるかの判定を、少ない誤りで実現することができる。

【 0 0 6 7 】

そして、判定結果に従ってエッジ平滑化処理又は二次元平滑化処理を行い、あるいはいずれの平滑化も行わないことで、エッジ平滑化処理によってエッジが無い箇所の画質が劣

50

化する、あるいは二次元平滑化処理によってエッジが有る箇所のエッジが鈍るといった問題を発生させることなく、エッジ平滑化処理を実現することができる。

【0068】

実施の形態2 .

図17は本発明の実施の形態2の画像処理装置15の構成を示す。

図17に示される画像処理装置15は、図1に示される画像処理装置10と概して同じであるが、図1のエッジ解析部20及び画素値補正部30の代わりに、エッジ解析部20b及び画素値補正部30bが設けられている点で異なる。

【0069】

エッジ解析部20bは、図1のエッジ解析部20と概して同じであるが、標準偏差算出部26が除去され、エッジ判定部27の代わりに、エッジ判定部27bが設けられている点で異なる。

10

エッジ解析部20bの広範囲エッジ検出部21、広範囲エッジ検出フィルタ係数保持部22、ピーク強度算出部23、狭範囲エッジ検出部24及び狭範囲エッジ検出フィルタ係数保持部25の動作は、実施の形態1と同様である。

【0070】

実施の形態1では、エッジ判定部27が図12に示される規則に従ってエッジ箇所、平坦箇所及びその他の箇所のいずれであるかの判定をしているが、実施の形態2のエッジ判定部27bは、図19に示される規則に従ってエッジ箇所及びエッジ以外の箇所のいずれであるかの判定を行う。

20

【0071】

エッジ判定部27bによる判定の方法について図19を参照して説明する。

最初に、広範囲エッジ強度 $AW_m \times$ が広範囲エッジ強度閾値 $AW_{th}$ 未満の場合には、エッジ以外の箇所であると判定する。これは、処理対象画素を中心にして広い範囲を参照したときに、エッジ強度が十分大きくないためエッジと判定しないようにしている。

【0072】

次に、広範囲エッジ強度 $AW_m \times$ が広範囲エッジ強度閾値 $AW_{th}$ 以上の場合には、狭範囲エッジ強度 $AN_m \times$ を参照する。狭範囲エッジ強度 $AN_m \times$ が狭範囲エッジ強度閾値 $AN_{th}$ 未満の場合には、エッジ箇所と判定する。この場合は、処理対象画素を中心にして広い範囲を参照したときにエッジ強度が十分大きく、かつ狭い範囲を参照したときにエッジ強度が小さい状態であり、エッジ箇所と判定してエッジ平滑化処理を行うことで、狭い範囲でのエッジを強調するように作用する。

30

【0073】

最後に、広範囲エッジ強度 $AW_m \times$ が広範囲エッジ強度閾値 $AW_{th}$ 以上で、かつ狭範囲エッジ強度 $AN_m \times$ が狭範囲エッジ強度閾値 $AN_{th}$ 以上の場合には、ピーク強度 $PR$ を参照して、エッジ箇所か否かを判定する。ピーク強度 $PR$ がピーク強度閾値 $PR_{th}$ 以上の場合には、エッジ箇所と判定する。一方、ピーク強度 $PR$ がピーク強度閾値 $PR_{th}$ 未満の場合にはエッジ以外の箇所と判定する。

【0074】

エッジ判定部27bは、上記のようにして得られた判定の結果を出力する。

40

エッジ判定部27bはさらに、上記のエッジ判定により、エッジ箇所と判定した場合には、広範囲エッジ検出結果のエッジ方向(広範囲エッジ方向) $n_e$ を、そのまま当該処理対象画素についてのエッジ方向 $E_{GD}$ として出力する。

【0075】

図17の画素値補正部30bは、図1の画素値補正部30と概して同じであるが、平均画素値算出部33が除去されており、出力画素値算出部34の代わりに、出力画素値算出部34bが設けられている。

画素値補正部30bのエッジ平滑化処理部31及びエッジ平滑化フィルタ係数保持部32の動作は、実施の形態1と同様である。

【0076】

50

出力画素値算出部 34b は、図 18 に示すように、画素値選択部 341b と画素値合成部 342 を有する。出力画素値算出部 34b は出力画素値算出部 34 と概して同じであるが、画素値選択部 341 の代わりに画素値選択部 341b が設けられている。

実施の形態 1 の画素値選択部 341 は、図 16 に示される規則に従って、エッジ平滑化結果、平均画素値算出結果及び処理対象画素のいずれか一つを選択して中間出力画素値  $P_{mid}$  として出力しているが、実施の形態 2 の画素値選択部 341b は、図 20 に示される規則に従ってエッジ平滑化結果及び処理対象画素のいずれか一つを選択して中間出力画素値  $P_{mid}$  として出力する。

即ち、画素値選択部 341b は、エッジ判定部 27b からのエッジ判定結果  $EJR_b$  を参照して、エッジ判定結果  $EJR_b$  がエッジ箇所であることを示す場合にはエッジ平滑化結果  $SS$  を、エッジ判定結果  $EJR_b$  がその他の箇所（エッジ箇所以外の箇所）であることを示す場合には処理対象画素の画素値  $P_{org}$  を選択して中間出力画素値  $P_{mid}$  として出力する。

【0077】

図 18 に示される画素値合成部 342 の動作は、図 15 に示される、実施の形態 1 の画素値合成部 342 の動作と同様である。

【0078】

上記のようにして求められた出力画素値  $P_{out}$  を表す出力画像データ  $D_{30}$  が画素値補正部 30 から出力される。

【0079】

以上のように、広範囲エッジ強度、狭範囲エッジ強度及びピーク強度を参照することで、処理対象画素がエッジ箇所、及びエッジ以外の箇所のいずれにあるかの判定を、少ない誤りで実現することができる。

【0080】

そして、判定結果に従ってエッジ平滑化処理を行うか否かを選択することで、エッジ平滑化処理によってエッジが無い箇所の画質が劣化するような問題を発生させることなく、エッジ平滑化処理を実現することができる。

【0081】

実施の形態 3 .

実施の形態 1 及び 2 では、本発明を画像処理装置として説明したが、上記の画像処理装置で実施される画像処理方法も本発明の一部を成す。

図 21 は本発明の実施の形態 3 の画像処理方法の処理手順を示す。

【0082】

図 21 において、画像データ入力ステップ  $ST_{10}$  では、入力画像データを入力し、一時記憶部 11 に書き込む。一時記憶部 11 に書き込まれたデータは以下に説明するステップ  $ST_{11}$ 、 $ST_{14}$ 、 $ST_{16} \sim ST_{19}$  で、処理対象画素及びその周辺の画素の画素値を表すデータとして利用される。

【0083】

広範囲エッジ検出ステップ  $ST_{11}$  では、処理対象画素を中心とする第 1 の範囲、例えば  $11 \times 11$  画素の範囲内の画素の画素値と、複数組の、例えば 16 組の広範囲エッジ検出フィルタ係数  $KW_1 \sim KW_{16}$  とを用いた積和演算を行うことで、16 個の方向  $n$  ( $n = 1 \sim 16$ ) の各々について積和演算結果  $SW_1 \sim SW_{16}$  を求める。

積和演算処理の概要は図 3 (a) ~ (c) に示す通りである。

【0084】

広範囲エッジ検出ステップ  $ST_{11}$  ではさらに、それぞれの方向についての積和演算結果  $SW_n$  の絶対値  $AW_n$  を、それぞれの方向についての広範囲エッジ指標として求め、これらの広範囲エッジ指標  $AW_n$  のうちの最大のものを、広範囲エッジ強度  $AW_{mx}$  として出力するとともに、対応する方向  $n$  をエッジ方向  $n_e$  として出力する。

ステップ  $ST_{11}$  の処理の内容は図 1 の広範囲エッジ検出部 21 による処理と同じである。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 5 】

ピーク強度算出ステップ S T 1 2 では、ステップ S T 1 1 で算出した 1 6 個の広範囲エッジ指標  $A W_1 \sim A W_{16}$ 、及び広範囲エッジ強度  $A W m x$  を用いて、先に示した式 ( 2 A ) 及び式 ( 2 B ) に従ってピーク強度 P R を算出する。

ピーク強度算出ステップ S T 1 2 の処理は、ピーク強度算出部 2 3 による処理と同じである。

## 【 0 0 8 6 】

狭範囲エッジ検出ステップ S T 1 3 では、処理対象画素を中心とする第 2 の範囲、例えば  $3 \times 3$  の画素の範囲内の画素の画素値と、複数組の、例えば 1 6 組の狭範囲エッジ検出フィルタ係数  $K N_1 \sim K N_{16}$  とを用いた積和演算を行うことで、1 6 個の方向  $m$  ( $m = 1 \sim 16$ ) の各々について積和演算結果  $S N_1 \sim S N_{16}$  を求める。

積和演算処理の概要は図 8 ( a ) ~ ( c ) に示す通りである。

## 【 0 0 8 7 】

狭範囲エッジ検出ステップ S T 1 3 ではさらに、それぞれの方向についての積和演算結果  $S N_m$  の絶対値  $A N_m$  を、それぞれの方向についての狭範囲エッジ指標として求め、これらの狭範囲エッジ指標  $A N_m$  のうちの最大のものを、狭範囲エッジ強度  $A N m x$  として出力する。

ステップ S T 1 3 の処理の内容は図 1 の狭範囲エッジ検出部 2 4 による処理と同じである。

## 【 0 0 8 8 】

標準偏差算出ステップ S T 1 4 では、処理対象画素を中心とする第 3 の範囲、例えば周辺の  $3 \times 3$  画素の範囲内の画素の画素値から標準偏差 S D を算出する。

標準偏差 S D は、上記式 ( 4 ) 及び式 ( 5 ) で求められる。

標準偏差算出ステップ S T 1 4 の処理は、標準偏差算出部 2 6 による処理と同じである。

## 【 0 0 8 9 】

エッジ判定ステップ S T 1 5 では、ステップ S T 1 1 で算出した広範囲エッジ検出結果 ( 広範囲エッジ強度  $A W m x$  及びエッジ方向  $n e$  ) と、ステップ S T 1 2 で算出したピーク強度 P R と、ステップ S T 1 3 で算出した狭範囲エッジ検出結果 ( 狭範囲エッジ強度  $A N m x$  ) と、ステップ S T 1 4 で算出した標準偏差 S D に基づいて、エッジ判定結果 E J R 及びエッジ方向 E G D を算出する。

エッジ判定ステップ S T 1 5 の処理は、エッジ判定部 2 7 による処理と同じであり、図 1 1 に示される閾値を用い、図 1 2 に示される規則に従って判定が行われる。

## 【 0 0 9 0 】

ステップ S T 1 5 における判定の手順について図 2 2 を参照してさらに詳しく説明する。

最初に、広範囲エッジ強度  $A W m x$  と広範囲エッジ強度閾値  $A W t h$  を比較し ( S T 1 0 1 )、広範囲エッジ強度  $A W m x$  が広範囲エッジ強度閾値  $A W t h$  未満 ( S T 1 0 1 で N O ) の場合には、エッジ箇所ではなく、平坦箇所及びその他の箇所のいずれかであると判定する ( S T 1 0 2 )。

この場合、標準偏差 S D を標準偏差閾値  $S D t h$  と比較し ( S T 1 0 3 )、標準偏差 S D が標準偏差閾値  $S D t h$  未満 ( S T 1 0 3 で N O ) の場合には、平坦箇所と判定し ( S T 1 0 4 )、標準偏差 S D が標準偏差閾値  $S D t h$  以上 ( S T 1 0 3 で Y E S ) の場合には、その他の箇所 ( エッジ箇所及び平坦箇所のいずれでもない ) と判定する ( S T 1 0 5 )。

## 【 0 0 9 1 】

ステップ S T 1 0 1 で広範囲エッジ強度  $A W m x$  が広範囲エッジ強度閾値  $A W t h$  以上 ( S T 1 0 1 で Y E S ) の場合には、狭範囲エッジ強度  $A N m x$  を狭範囲エッジ強度閾値  $A N t h$  と比較し ( S T 1 0 6 )、狭範囲エッジ強度  $A N m x$  が狭範囲エッジ強度閾値  $A N t h$  未満 ( S T 1 0 6 で N O ) の場合には、エッジ箇所と判定する ( S T 1 0 7 )。

10

20

30

40

50



## 【0092】

ステップST106で狭範囲エッジ強度ANmxが狭範囲エッジ強度閾値ANth以上(ST106でYES)の場合には、ピーク強度PRをピーク強度閾値PRthと比較し(ST108)、ピーク強度PRがピーク強度閾値PRth以上(ST108でYES)の場合には、エッジ箇所と判定する(ST107)。一方、ピーク強度PRがピーク強度閾値PRth未満(ST108でNO)の場合には、ステップST102に進み、平坦箇所又はその他の箇所と判定した後、ステップST103に進み、標準偏差SDを標準偏差閾値SDthと比較する(ST103)。即ち、標準偏差SDが標準偏差閾値SDth未満(ST103でNO)の場合には平坦箇所と判定し(ST104)、標準偏差閾値SDth以上(ST103でYES)の場合にはその他の箇所と判定する(ST105)。

10

## 【0093】

ステップST107で、エッジ箇所との判断をした場合には、ステップST109に進み、広範囲エッジ検出結果のエッジ方向(広範囲エッジ方向)neを、そのままエッジ方向EGDとして出力する。

## 【0094】

図21に戻り、エッジ平滑化処理ステップST16では、ステップST15で求められたエッジ方向neに基づいて、対応するエッジ平滑化フィルタ係数KS<sub>ne</sub>を選択し、選択したエッジ平滑化フィルタ係数KS<sub>ne</sub>と、処理対象画素を中心とする第4の範囲、例えば3×3画素の範囲内の画素の画素値とを積和演算することで、エッジ平滑化結果を算出する。

20

積和演算処理の概要は図14(a)~(c)に示す通りであり、

ステップST16の処理は、図1のエッジ平滑化処理部31による処理と同じである。

## 【0095】

平均画素値算出ステップST17では、処理対象画素を中心とする第5の範囲、例えば3×3画素の範囲内の画素の画素値の平均値Pavbを算出し、この平均値を二次元平滑化結果として出力する。

ステップST17の処理は、図1の平均画素値算出部33による処理と同じである。

## 【0096】

画素値選択ステップST18では、ステップST15で求められたエッジ判定結果EJRを参照して、エッジ判定結果EJRがエッジ箇所の場合はステップST16で算出したエッジ平滑化結果を、平坦箇所の場合はステップST17で算出した二次元平滑化結果Pavbを、その他の箇所の場合には処理対象画素の画素値Porgを選択して中間出力画素値Pmidとして出力する。

30

画素値選択ステップST18における選択は、図16に示す通りであり、画素値選択ステップST18の処理は、図15の画素値選択部341による処理と同じである。

## 【0097】

画素値合成ステップST19では、中間出力画素値Pmidと、処理対象画素の画素値Porgとを合成比率Str:(1-Str)で合成して出力画素値Poutを求める。

合成は式(8)で表される。

画素値合成ステップST19の処理は、図15の画素値合成部342による処理と同じである。

40

ステップST20では、出力画素値Poutを表す画像データD30を出力する。

## 【0098】

以上説明した、図21の処理手順を実行することで、入力画像中の処理対象画素とその周辺画素から、エッジが滑らかになるように補正された出力画素を算出生成することができる。

## 【0099】

以上のように、広範囲エッジ強度、狭範囲エッジ強度、標準偏差及びピーク強度を参照することで、処理対象画素がエッジ箇所、エッジ以外の箇所のいずれにあるかの判定を、少ない誤りで実現することができる。

50

## 【0100】

そして、判定結果に従ってエッジ平滑化処理又は二次元平滑化処理を行い、あるいはいずれの平滑化も行わないことで、エッジ平滑化処理によってエッジが無い箇所の画質が劣化する、あるいは二次元平滑化処理によってエッジが有る箇所のエッジが鈍るといった問題を発生させることなく、エッジ平滑化処理を実現することができる。

## 【0101】

実施の形態4.

図23は本発明の実施の形態4の画像処理方法の処理手順を示す。

図23の画像処理方法は、図21に示した実施の形態3の画像処理方法に対して、標準偏差算出ステップST14と平均画素値算出ステップST17が取り除かれていること、及びエッジ判定ステップST15及び画素値選択ステップST18がエッジ判定ステップST15b及び画素値選択ステップST18bに置き換わっている点で異なる。

ステップST10からステップST13までの処理内容は実施の形態3と同様である。

## 【0102】

実施の形態3ではエッジ判定ステップST15において、図12に示される規則に従ってエッジ箇所、平坦箇所及びその他の箇所のいずれであるかの判定をしているが、実施の形態4のエッジ判定ステップST15bでは、図19に示される規則に従ってエッジ箇所及びエッジ以外のいずれであるかの判定を行う。

エッジ判定ステップST15bにおける処理は、実施の形態2のエッジ判定部27bによる処理と同じである。

## 【0103】

ステップST15bにおける判定の手順について図24を参照してさらに詳しく説明する。

最初に、広範囲エッジ強度 $SW_{mx}$ を広範囲エッジ強度閾値 $AW_{th}$ と比較し(ST101)、広範囲エッジ強度 $AW_{mx}$ が広範囲エッジ強度閾値 $AW_{th}$ 未満(ST101でNO)の場合には、その他の箇所(エッジ以外の箇所)であると判定する(ST102b)。

## 【0104】

ステップST101で広範囲エッジ強度 $AW_{mx}$ が広範囲エッジ強度閾値 $AW_{th}$ 以上(ST101でYES)の場合には、狭範囲エッジ強度 $AN_{mx}$ を狭範囲エッジ強度閾値 $AN_{th}$ と比較し(ST106)、狭範囲エッジ強度 $AN_{mx}$ が狭範囲エッジ強度閾値 $AN_{th}$ 未満(ST106でNO)の場合には、エッジ箇所と判定する(ST107)。

## 【0105】

ステップST106で狭範囲エッジ強度 $AN_{mx}$ が狭範囲エッジ強度閾値 $AN_{th}$ 以上(ST106でYES)の場合には、ピーク強度 $PR$ をピーク強度閾値 $PR_{th}$ と比較し(ST108)、ピーク強度 $PR$ がピーク強度閾値 $PR_{th}$ 以上(ST108でYES)の場合には、エッジ箇所と判定(ST107)。一方、ピーク強度 $PR$ がピーク強度閾値 $PR_{th}$ 未満(ST108でNO)の場合にはエッジ以外の箇所と判定する(ST102)。

## 【0106】

ステップST107で、エッジ箇所との判断をした場合には、ステップST109に進み、広範囲エッジ検出結果のエッジ方向(広範囲エッジ方向) $ne$ を、そのままエッジ方向 $E_{GD}$ として出力する。

## 【0107】

エッジ平滑化処理ステップST16の処理内容は、実施の形態3のエッジ平滑化処理ステップST16と同様である。

## 【0108】

実施の形態3では画素値選択ステップST18において、図16に示される規則に従ってエッジ平滑化結果、平均画素値算出結果及び処理対象画素のいずれか一つを選択して中間出力画素値 $P_{mid}$ として出力しているが、実施の形態4の画素値選択ステップST1

10

20

30

40

50

8 bでは、図20に示される規則に従ってエッジ平滑化結果及び処理対象画素のいずれか一つを選択して中間出力画素値  $P_{mid}$  として出力する。

【0109】

画素値合成ステップST19及び画像データ出力ステップST20は、図22の同じ符号のステップと同じである。

【0110】

以上のように、広範囲エッジ強度、狭範囲エッジ強度及びピーク強度を参照することで、処理対象画素がエッジ箇所及びエッジ以外の箇所のいずれにあるかの判定を、少ない誤りを実現することができる。

【0111】

そして、判定結果に従ってエッジ平滑化処理を行うか否かの選択することで、エッジ平滑化処理によってエッジが無い箇所の画質が劣化するような問題を発生させることなく、エッジ平滑化処理を実現することができる。

【0112】

変形例。

なお、上記の実施の形態1及び2では、広範囲エッジ検出部21でエッジ指標を算出する方向の数と、狭範囲エッジ検出部24でエッジ指標を算出する方向の数がともに16であるが、本発明はこれに限定されず、該方向の数が互いに異なっていても良い。エッジ指標を算出する方向の数は、斜め方向が含まれることになる8以上であれば本発明の効果が発揮される。

【0113】

また、実施の形態1及び2の広範囲エッジ検出部21による広範囲エッジ強度  $AW_m$ 、及び広範囲エッジ方向  $n_e$  の算出に処理対象画素の周辺  $11 \times 11$  画素の範囲内の画素を参照しているが、参照される範囲は  $11 \times 11$  画素の範囲に限定されない。

【0114】

一般化して言えば、広範囲エッジ検出部21は、一時記憶部11から出力される入力画像  $D_{11}$  中の処理対象画素を中心とする、第1の範囲内の画素の画素値に基づいて、 $N$ 個 ( $N$ は8以上の整数)の方向の各々について広範囲エッジ指標  $AW_n$  を算出し、さらに、算出された  $N$  個の方向の各々についての広範囲エッジ指標のうちの最大のものを検出して、広範囲エッジ強度 (第1のエッジ強度)  $AW_m$  として出力するとともに、広範囲エッジ指標  $AW_n$  が最大となる方向を広範囲エッジ方向 (第1のエッジ方向)  $n_e$  として出力するものであれば良い。

【0115】

この場合、ピーク強度算出部23は、広範囲エッジ検出部21で算出された  $N$  個の方向についての広範囲エッジ指標  $AW_n$  の平均値  $AW_{av}$  を算出し、上記広範囲エッジ強度  $AW_m$  の、上記平均値  $AW_{av}$  に対する比をピーク強度  $PR$  として算出する。

【0116】

同様に、実施の形態1及び2の狭範囲エッジ検出部24による狭範囲エッジ指標の算出に処理対象画素の周辺  $3 \times 3$  画素の範囲内の画素を参照しているが、参照される範囲は  $3 \times 3$  画素の範囲に限定されず、広範囲エッジ検出部21で参照される範囲よりも狭ければよい。

【0117】

一般化して言えば、狭範囲エッジ検出部24は、一時記憶部11から出力される入力画像  $D_{11}$  中の処理対象画素を中心とする、上記第1の範囲よりも狭い、第2の範囲内の画素の画素値に基づいて、 $M$ 個 ( $M$ は8以上の整数)の方向の各々について狭範囲エッジ指標  $AN_m$  を算出し、さらに、算出された  $M$  個の方向の各々についての狭範囲エッジ指標のうちの最大のものを検出して、狭範囲エッジ強度 (第2のエッジ強度)  $AN_m$  として出力するものであれば良い。

【0118】

同様に、実施の形態1の標準偏差算出部26による標準偏差  $SD$  の算出に処理対象画素

10

20

30

40

50

の周辺  $3 \times 3$  画素の範囲内の画素を参照しているが、参照される範囲は  $3 \times 3$  画素の範囲に限定されない。

【 0 1 1 9 】

一般化して言えば、標準偏差算出部 2 6 は、一時記憶部 1 1 から出力される入力画像 D 1 1 中の処理対象画素を中心とする、第 3 の範囲内の画素の画素値の標準偏差を算出するものであれば良い。第 3 の範囲は、予め定められたものでもよく、入力画像の特徴に応じて逐次定められるものであっても良い。

【 0 1 2 0 】

また、実施の形態 1 及び 2 のエッジ平滑化処理部 3 1 によるエッジ平滑化処理に処理対象画素の周辺  $3 \times 3$  画素の範囲内の画素を参照しているが、参照される範囲は  $3 \times 3$  画素の範囲に限定されない。

10

一般化して言えば、エッジ平滑化処理部 3 1 は、一時記憶部 1 1 から出力される入力画像 D 1 1 中の処理対象画素を中心とする、第 4 の範囲内の画素の画素値を用いて平滑化を行うものであれば良い。第 4 の範囲は、予め定められたものでもよく、入力画像の特徴に応じて逐次定められるものであっても良い。

【 0 1 2 1 】

同様に、実施の形態 1 の平均画素値算出部 3 3 による二次元平滑化処理に処理対象画素の周辺  $3 \times 3$  画素の範囲内の画素を参照しているが、参照される範囲は  $3 \times 3$  画素の範囲に限定されず、予め定められた範囲であれば良い。

一般化して言えば、平均画素値算出部 3 3 は、一時記憶部 1 1 から出力される入力画像 D 1 1 中の処理対象画素を中心とする、第 5 の範囲内の画素の画素値を用いて平均値を求めるものであれば良い。第 5 の範囲は、予め定められたものでもよく、入力画像の特徴に応じて逐次定められるものであっても良い。

20

【 0 1 2 2 】

また、実施の形態 1 及び 2 の狭範囲エッジ検出部 2 4 による狭範囲エッジ指標  $A N_m$  の算出、及びエッジ平滑化処理部 3 1 によるエッジ平滑化、並びに実施の形態 1 の標準偏差算出部 2 6 による標準偏差  $S D$  の算出、及び平均画素値算出部 3 3 による二次元平滑化で参照される範囲がいずれも  $3 \times 3$  画素であるが、これらは互いに異なっても良い。

【 0 1 2 3 】

上記した実施の形態 1 についての変形は、実施の形態 3 にも適用可能であり、実施の形態 2 についての変形は、実施の形態 4 にも適用可能である。

30

【 0 1 2 4 】

以上本発明を画像処理装置及び画像処理方法として説明したが、画像処理装置のエッジ解析部及び画素値補正部はソフトウェアにより、即ちプログラムされたコンピュータにより実現することも可能であり、画像処理装置の諸機能をコンピュータに実行させるためのプログラム、或いは画像処理方法の各ステップをコンピュータに実行させるためのプログラム、並びに該プログラムを記録した、コンピュータで読み取り可能な記録媒体もまた本発明の一部を成す。

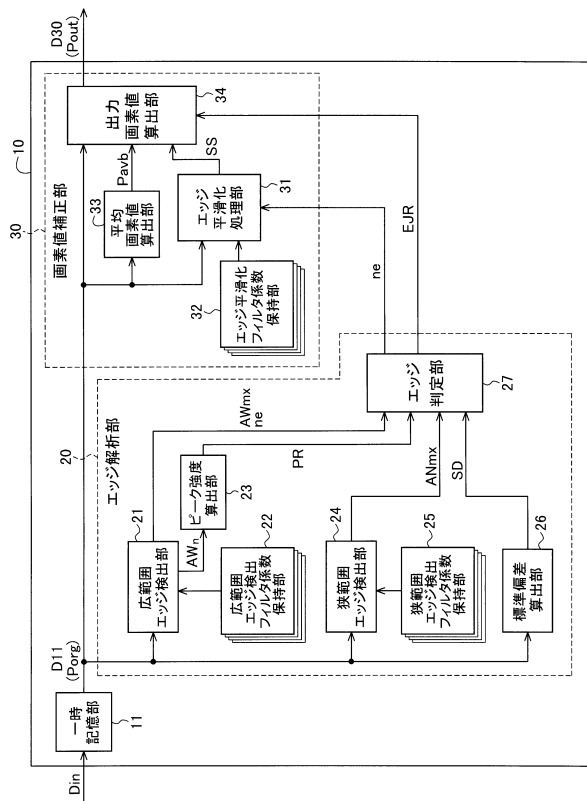
【 符号の説明 】

【 0 1 2 5 】

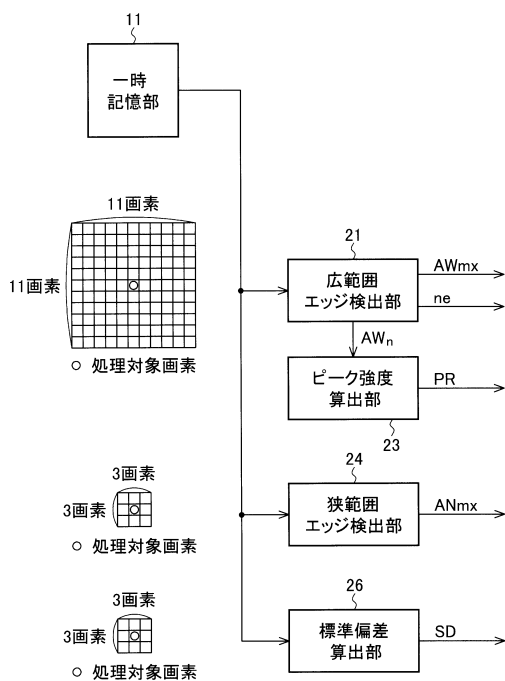
1 0 画像処理装置、 1 1 一時記憶部、 2 0、2 0 b エッジ解析部、 2 1 広範囲エッジ検出部、 2 2 広範囲エッジ検出フィルタ係数保持部、 2 3 ピーク強度算出部、 2 4 狭範囲エッジ検出部、 2 5 狭範囲エッジ検出フィルタ係数保持部、 2 6 標準偏差算出部、 2 7、2 7 b エッジ判定部、 3 0 画素値補正部、 3 1 エッジ平滑化処理部、 3 2 エッジ平滑化フィルタ係数保持部、 3 3 平均画素値算出部、 3 4、3 4 b 出力画素値算出部、 3 4 1、3 4 1 b 画素値選択部、 3 4 2 画素値合成部。

40

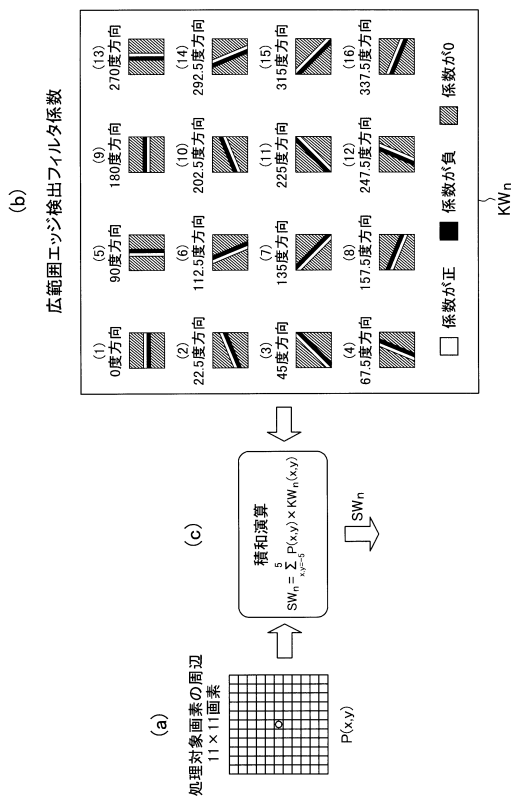
【図1】



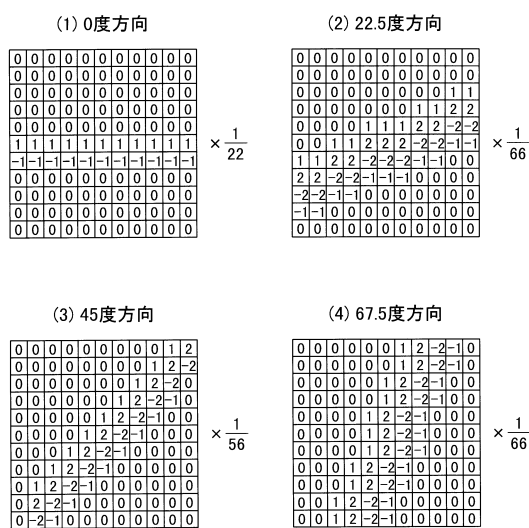
【図2】



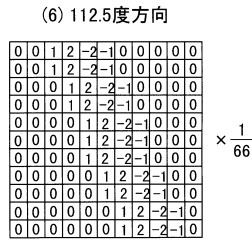
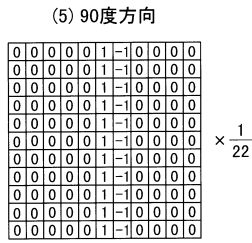
【図3】



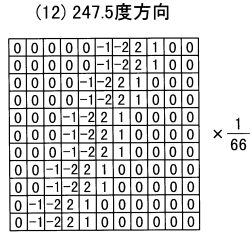
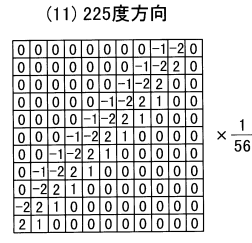
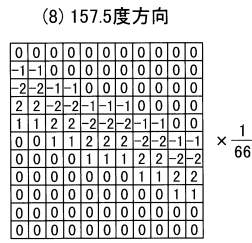
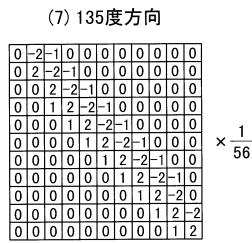
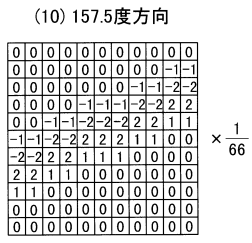
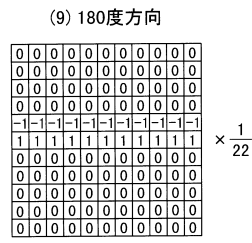
【図4】



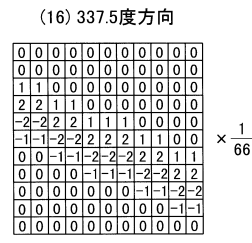
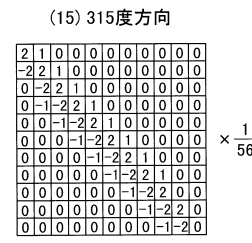
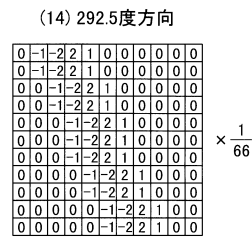
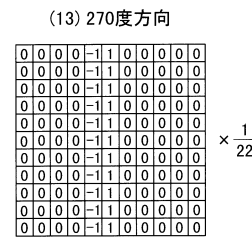
【図5】



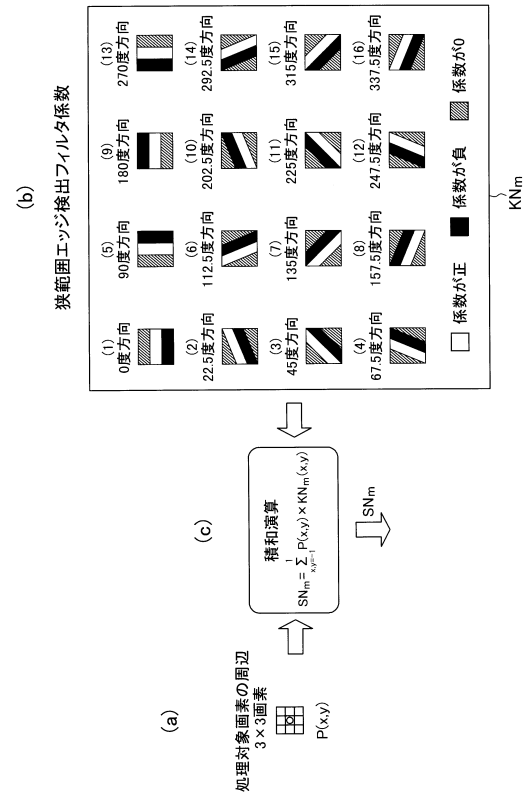
【図6】



【図7】



【図8】



【 図 9 】

(1) 0度方向  $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \times \frac{1}{6}$

(2) 22.5度方向  $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 2 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \times \frac{1}{8}$

(3) 45度方向  $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & -2 \\ 0 & -2 & 0 \end{bmatrix} \times \frac{1}{8}$

(4) 67.5度方向  $\begin{bmatrix} 0 & 1 & -1 \\ 0 & 2 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \times \frac{1}{8}$

(5) 90度方向  $\begin{bmatrix} 0 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \times \frac{1}{6}$

(6) 112.5度方向  $\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 2 & -2 \\ 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \times \frac{1}{8}$

(7) 135度方向  $\begin{bmatrix} 2 & -2 & 0 \\ 0 & 2 & -2 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \times \frac{1}{8}$

(8) 157.5度方向  $\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 1 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \frac{1}{8}$

【 図 1 0 】

(9) 180度方向  $\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \times \frac{1}{6}$

(10) 202.5度方向  $\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 2 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \times \frac{1}{8}$

(11) 225度方向  $\begin{bmatrix} 0 & -2 & 0 \\ -2 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & 0 \end{bmatrix} \times \frac{1}{8}$

(12) 247.5度方向  $\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 2 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \times \frac{1}{8}$

(13) 270度方向  $\begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \times \frac{1}{6}$

(14) 292.5度方向  $\begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 \\ -2 & 2 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \frac{1}{8}$

(15) 315度方向  $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ -2 & 2 & 0 \\ 0 & -2 & 2 \end{bmatrix} \times \frac{1}{8}$

(16) 337.5度方向  $\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 1 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix} \times \frac{1}{8}$

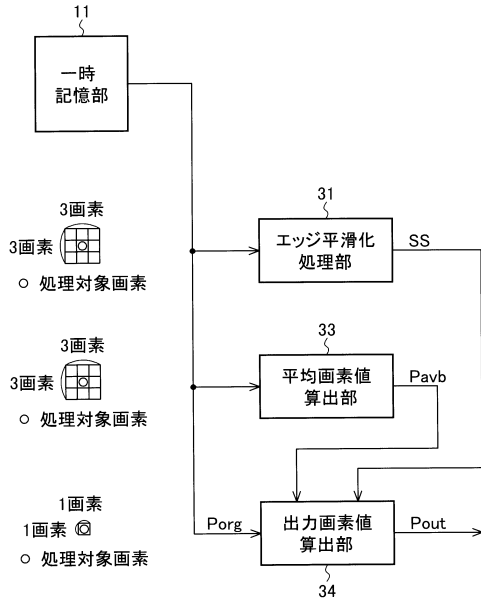
【 図 1 1 】

名称	記号	内容
広範囲エッジ強度閾値	AWith	広範囲エッジ強度の大小判定に用いられる閾値
狭範囲エッジ強度閾値	ANth	狭範囲エッジ強度の大小判定に用いられる閾値
標準偏差閾値	SDth	標準偏差の大小判定に用いられる閾値
ピーク強度閾値	PRth	ピーク強度の大小判定に用いられる閾値

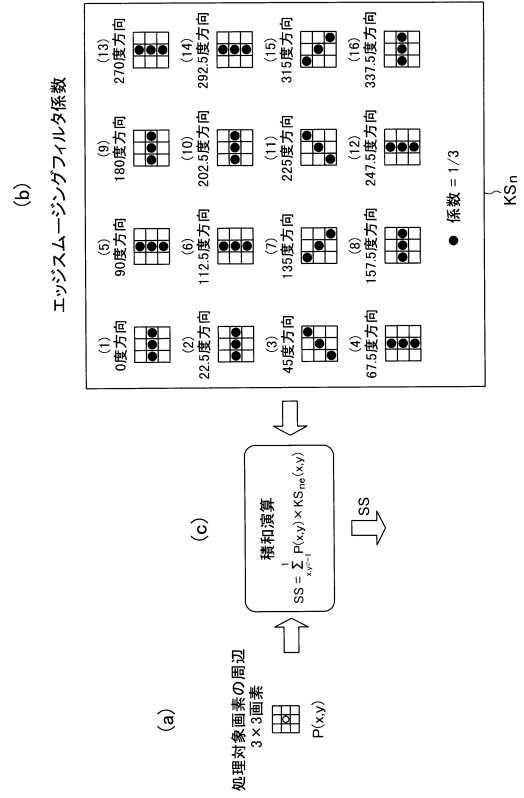
【 図 1 2 】

広範囲エッジ強度 AWith	狭範囲エッジ強度 ANth	標準偏差 SD	ピーク強度 PR	エッジ判定結果 EJR	
				エッジ箇所	その他の箇所
閾値AWith以上	閾値ANth以上	閾値SDth以上	閾値PRth以上	エッジ箇所	その他の箇所
		閾値SDth未満	閾値PRth未満	エッジ箇所	平坦箇所
	閾値SDth以上	閾値PRth以上	エッジ箇所	その他の箇所	
	閾値SDth未満	閾値PRth未満	エッジ箇所	平坦箇所	
閾値AWith未満	閾値ANth以上	閾値SDth以上	閾値PRth以上	エッジ箇所	その他の箇所
		閾値SDth未満	閾値PRth未満	エッジ箇所	平坦箇所
	閾値SDth以上	閾値PRth以上	エッジ箇所	その他の箇所	
	閾値SDth未満	閾値PRth未満	エッジ箇所	平坦箇所	

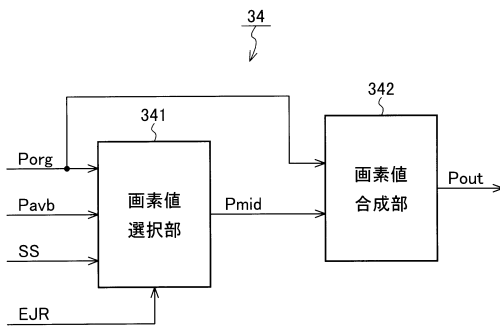
【図13】



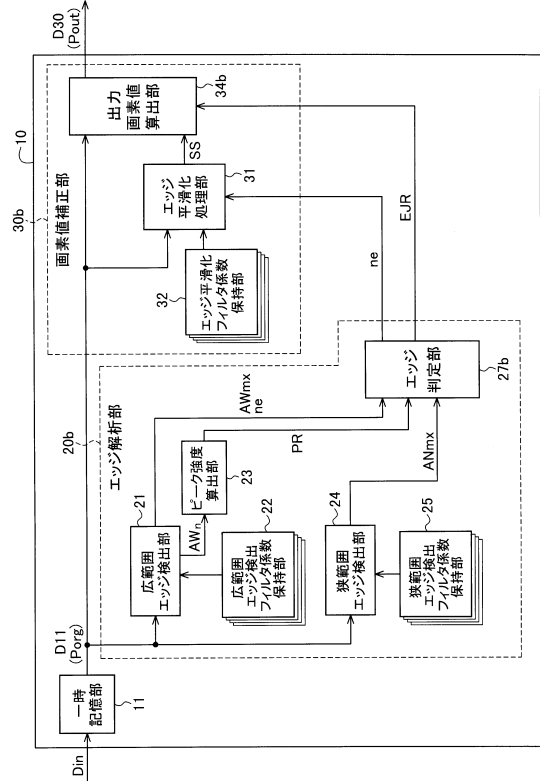
【図14】



【図15】



【図17】

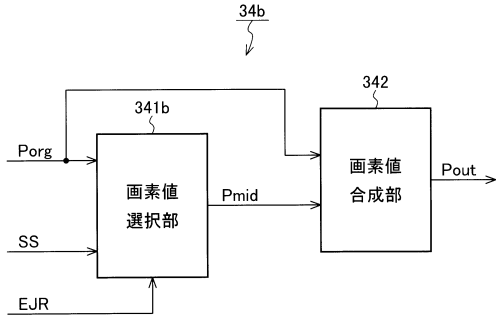


【図16】

エッジ判定結果 EJr	中間出力画素値 Pmid
エッジ箇所	エッジ平滑化結果 SS
平坦箇所	平均画素値算出結果 Pavb
その他の箇所	処理対象画素の画素値 Porg



【図18】



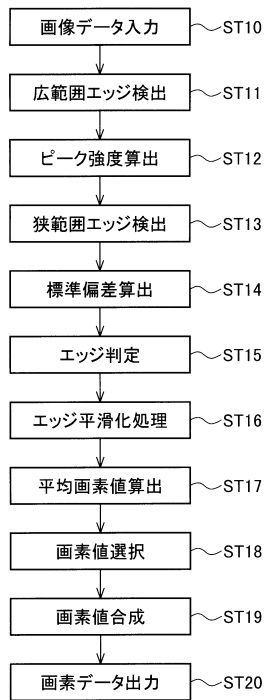
【図19】

広範囲エッジ強度 AWmx	狭範囲エッジ強度 ANmx	ピーク強度 PR	エッジ判定結果 EJR
閾値AWth以上	閾値ANth以上	閾値PRth以上	エッジ箇所
		閾値PRth未満	エッジ以外の箇所
閾値AWth未満	閾値ANth未満	閾値PRth以上	エッジ箇所
		閾値PRth未満	
閾値AWth未満	閾値ANth以上	閾値PRth以上	エッジ以外の箇所
		閾値PRth未満	
閾値AWth未満	閾値ANth未満	閾値PRth以上	エッジ以外の箇所
		閾値PRth未満	

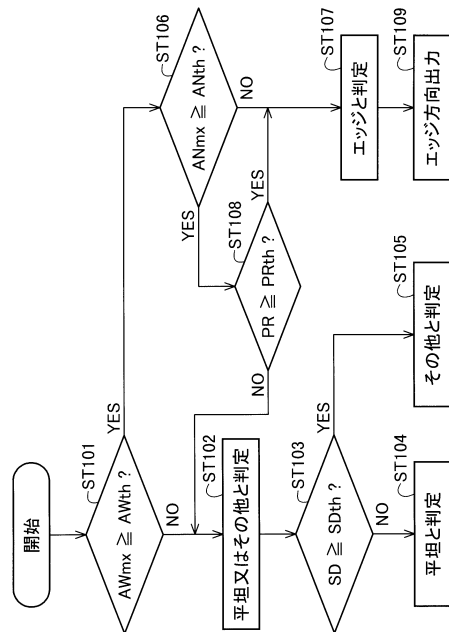
【図20】

エッジ判定結果 EJR	中間出力画素値 Pmid
エッジ箇所	エッジ平滑化結果 SS
エッジ以外の箇所	処理対象画素の画素値 Porg

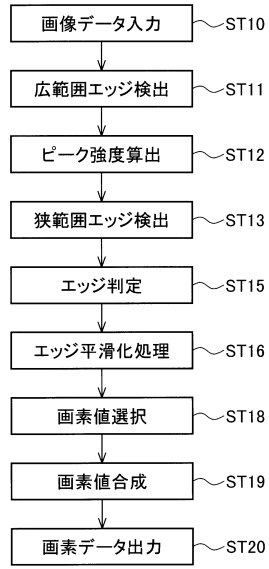
【図21】



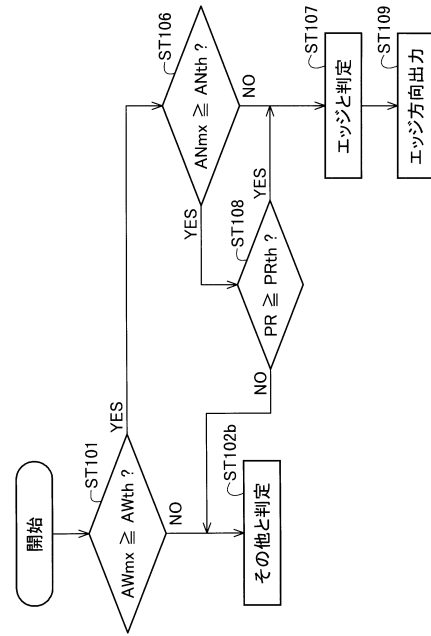
【図22】



【図 23】



【図 24】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 藤田 偉雄  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 的場 成浩  
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 佐田 宏史

- (56)参考文献 特開2010-157163(JP,A)  
特開平7-264399(JP,A)  
特開2012-068763(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |                         |
|------|-------------------------|
| G06T | 5/00, 5/20, 7/00 - 7/60 |
| H04N | 1/40 - 1/409            |