

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3915563号

(P3915563)

(45) 発行日 平成19年5月16日(2007.5.16)

(24) 登録日 平成19年2月16日(2007.2.16)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4N	1/393	(2006.01)	HO4N	1/393	
GO6T	3/40	(2006.01)	GO6T	3/40	C
HO4N	1/409	(2006.01)	HO4N	1/40	IOID
HO4N	1/46	(2006.01)	HO4N	1/46	Z

請求項の数 19 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2002-76896 (P2002-76896)	(73) 特許権者	000005496
(22) 出願日	平成14年3月19日(2002.3.19)		富士ゼロックス株式会社
(65) 公開番号	特開2003-274157 (P2003-274157A)		東京都港区赤坂九丁目7番3号
(43) 公開日	平成15年9月26日(2003.9.26)	(74) 代理人	100086298
審査請求日	平成16年9月17日(2004.9.17)		弁理士 船橋 國則
		(72) 発明者	久保田 聡
			神奈川県足柄上郡中井町境430 グリー
			ンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内
		審査官	日下 善之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置および画像処理プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像の拡大処理を行う画像処理装置において、  
注目画素を含む第1の画像領域に対してエッジ方向情報を推定するエッジ方向推定手段と、

前記エッジ方向推定手段で推定した所定のエッジ方向に相当する前記第1の画像領域に対応したエッジ形状パターンを前記エッジ方向情報と前記注目画素を含む画像領域内の画素値とにより選択するエッジパターン選択手段と、

前記注目画素を含む第1の画像領域の画素値を強調する画像強調手段と、

前記エッジパターン選択手段で選択されたエッジ形状パターンと前記画像強調手段で強調された第1の画像領域の画素値とを用いて、拡大画像領域を生成する拡大画像領域生成手段と、

前記拡大画像領域生成手段で生成された拡大画像領域を所定の方法で配置する画像配置手段とを有しており、

前記エッジパターン選択手段のエッジ形状パターンには、前記注目画素を含む第1の画像領域に対応した第1のエッジ形状パターンと、その第1のエッジ形状パターンとエッジ方向が対応し、サイズの異なる第2のエッジ形状パターンとを有している

ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

前記エッジ方向推定手段は、前記注目画素を含む第1の画像領域とその周辺の画像領域

10

20

とのそれぞれに対して、画素値差による各エッジ角度を計算し、その計算した複数のエッジ角度から前記注目画素を含む第1の画像領域のエッジ方向情報を推定する

ことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項3】

前記エッジ方向推定手段は、前記注目画素を含む第1の画像領域のエッジ方向情報推定に用いる前記画像領域を選択できる

ことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項4】

前記エッジ方向推定手段で推定される前記エッジ方向情報は、ある定められた数の方向で正規化されている

ことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項5】

前記エッジ方向推定手段は、前記注目画素を含む第1の画像領域のエッジ方向情報を推定すると同時にエッジ強度情報も同時に計算する

ことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項6】

前記エッジ方向推定手段は、前記エッジ強度情報に従い、色空間データのうち1つの色空間データを選択し、その選択された色空間データでエッジ方向情報を推定する

ことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項7】

前記エッジパターン選択手段は、ある特定の前記エッジ方向情報に対して、少なくとも1つ以上のエッジ形状パターンを有する

ことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項8】

前記エッジパターン選択手段は、ある特定の前記エッジ方向情報に対して、前記注目画素を含む第1の画像領域に対応したエッジ形状パターンが複数存在する場合に、前記注目画素を含む第1の画像領域内の各画素を2値パターン化し、前記エッジ形状パターンとのパターンマッチングにより、1つのエッジ形状パターンを選択する

ことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項9】

前記第1のエッジ形状パターンと前記第2のエッジ形状パターンとは1対1に対応している

ことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項10】

前記画像強調手段は、カーネル要素およびカーネル要素間距離が異なる複数の強調カーネルを有し、各強調カーネルは拡大率に応じて適用される

ことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項11】

前記拡大画像領域生成手段は、第1拡大画像領域生成手段と第2拡大画像領域生成手段を有する

ことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

【請求項12】

前記第1拡大画像領域生成手段は、前記エッジ形状パターン内の各パターン毎に、前記画像強調手段で強調された第1の画像領域内の画素値あるいは前記画素値を2画素以上用いて算出した値を用いて、前記第1の画像領域を拡大し、第1拡大画像領域を生成する

ことを特徴とする請求項11記載の画像処理装置。

【請求項13】

前記第2拡大画像領域生成手段は、前記エッジ方向推定手段で推定されたエッジ方向情報に従って、第1拡大画像領域を異なる手段で拡大する

ことを特徴とする請求項11記載の画像処理装置。

10

20

30

40

50

## 【請求項 14】

前記第2拡大画像領域生成手段におけるひとつの拡大手段は、前記第1拡大画像領域内の画素値および前記画像強調手段で強調された前記第1の画像領域周辺の画素値を用いて、所定の計算により第2拡大画像領域を生成することを特徴とする請求項11記載の画像処理装置。

## 【請求項 15】

前記第2拡大画像領域生成手段におけるひとつの拡大手段は、前記エッジ方向推定手段で推定されたエッジ方向情報に従って、前記第1の画像領域周辺の画素値を選択することを特徴とする請求項11記載の画像処理装置。

## 【請求項 16】

前記第2拡大画像領域生成手段における別の拡大手段は、前記画像強調手段で強調された前記第1の画像領域周辺の画素値を所定の計算で変換した値を用いて、第2拡大画像領域を生成することを特徴とする請求項11記載の画像処理装置。

## 【請求項 17】

前記画像配置手段は、順次生成される前記拡大画像領域をオーバーラップさせて順次配置していくことを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

## 【請求項 18】

前記エッジパターン選択手段は、前記注目画素を含む画像領域内の各々の画素値から前記画像領域の平均画素値を引き、その結果に応じて画素値パターンを生成し、該画素値パターンと前記第1のエッジ形状パターンとに基づき、前記第2のエッジ形状パターンを選択することを特徴とする請求項1記載の画像処理装置。

## 【請求項 19】

画像の拡大処理を行う画像処理プログラムにおいて、  
 注目画素を含む第1の画像領域に対してエッジ方向情報を推定するステップと、  
 推定した所定のエッジ方向に相当する前記第1の画像領域に対応したエッジ形状パターンを前記エッジ方向情報と前記注目画素を含む画像領域内の画素値とにより選択し、前記注目画素を含む第1の画像領域の画素値を強調するステップと、  
 選択された前記エッジ形状パターンと前記第1の画像領域内の強調された画素値とを用いて拡大画像領域を生成し、前記拡大画像領域を所定の方法で配置するステップとを備える画像処理プログラムにおいて、  
 前記エッジ形状パターンの選択では、前記注目画素を含む第1の画像領域に対応した第1のエッジ形状パターンと、その第1のエッジ形状パターンとエッジ方向が対応し、サイズの異なる第2のエッジ形状パターンとを選択することを特徴とする画像処理プログラム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、多階調で表現された画像の拡大処理を目的としており、特に入力された画像に対してボケやジャギーなどの画質欠陥の発生を抑制して高画質に拡大処理を行う画像処理装置、画像処理方法、画像処理プログラムおよび画像処理プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

画像の拡大処理は、画像の編集やファイリング、表示、印刷などを行うシステムにとって基本的な処理の一つであり、また近年、インターネットのホームページ上の画像やデジタルビデオなどのディスプレイ解像度での表示を主目的とした画像データなどの普及により、これらの低解像度画像を高解像度のプリンタなどで印刷する際に、高画質の出力結果を

10

20

30

40

50

得るために、高画質の拡大処理は重要度が高まっている。

【0003】

多階調で表現された画像（以下では、これを多値画像と称する）を拡大処理する既存の手法としては、最近傍法や線形補間法、キュービック・コンボリューション法などがある。

【0004】

最近傍法は、拡大後の各画素値として、その画素を原画像上に逆写像した際に最も距離が近い画素の画素値を使うという方法であり、演算量が少ないため高速に処理できるが、原画像の1画素がそのまま矩形形状に拡大されるため、斜線部にジャギーが発生したり、倍率が大きい場合には画像がモザイク状になるなど、画質劣化の程度は大きい。

【0005】

線形補間法は、画素間の画素値が直線的に変化していると仮定し、拡大後の画素を逆写像した点の近傍4画素の画素値を線形に補間して画素値を求めるという方法であり、最近傍法よりも重いものの演算量は比較的少なく、ジャギーなども発生しにくい。その一方で、直線的に変化しているという仮定に当てはまらないエッジ部分を中心に、画像全体がボケ気味になるという欠点がある。

【0006】

キュービック・コンボリューション法は、標本化定理に基づいて  $\text{sinc}$  関数 ( $\text{sin}(x)/x$ ) を近似した補間関数を定義し、拡大後の画素を逆写像した点の近傍16画素 (X、Y方向それぞれ4画素) と前記の近似補間関数との畳み込みにより、拡大後の画素値を求める方法である。この方法は、前記2つの手法に比べて画質は比較的良いが、参照範囲が大きく演算量が多い、高域強調気味の特徴を持つためエッジ部分で軽いジャギーが発生したり、ノイズ成分が強調されてしまうなどの欠点がある。

【0007】

これらの問題を解決する試みとして、例えば特開平7-182503号公報、特開2000-228723号公報、特開2000-253238号公報、「適応的な2次元標本化関数による高品質な画像拡大再構成」(画像電子学会誌第28巻第5号P.P.620~626)などの方式が提案されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

特開平7-182503号公報は、注目画素の周囲  $N \times M$  領域(例えば  $3 \times 3$ )の画素から最大値、最小値を検出し、さらにコントラストおよび中間値を算出し、このコントラストにより最大値、最小値のいずれかとそれ以外の値の平均値を代表値として導出する。次に注目画素を  $N \times M$  画素に線形補間処理し、先に算出した中間値を閾値として2値化し、上記2つの代表値を2値化の結果により配置する。コントラストが小さい場合は線形補間処理の画素値をそのまま用いることにより最終的に拡大画像を得るものである。

【0009】

これによりジャギーが発生せず、自然画像でも補間ボケが生じない良好な変換が可能である旨が記載されているが、コントラストのみでエッジ部を判断しており、エッジの方向再現が難しいという問題がある。また  $N \times M$  領域を2つの値のみで構成するため、エッジ部にブロック状の歪みが生じるという問題がある。

【0010】

また、特開2000-228723号公報は、原画像を2値化し、その2値画像から原画像に含まれる斜め成分の方向を予め用意した2次元パターン(行列データ)と一致判定することにより求め、求められた斜め方向に沿って補間処理をする。またそれ以外の部分は線形補間処理を行っている。

【0011】

しかし、原画像を予め定められた閾値により2値化してから斜め成分の方向判定を行っているので、濃度差の大きいエッジに対しては有効であるが、濃度差の小さいエッジの再現には問題がある。

【0012】

10

20

30

40

50

また、特開 2000-253238 号公報は、原画像を線形補間処理で拡大し、それと平行して、原画像において注目画素を含む周囲  $N \times M$  領域毎に 2 値化し、予め設定された斜線検出パターンと一致判定を行い、注目画素がエッジ領域に属する(斜線検出パターンと一致する)場合には、その方向情報を注目画素にマッピングする。さらにこの方向情報を先に線形補間処理で拡大した拡大画像にマッピングし、マッピングされた方向情報の方向に沿った平滑化フィルタを施すことにより、ジャギーの発生を抑えた拡大処理を行っている。

【0013】

しかし、特開 2000-253238 号公報の手法は、原画像の拡大、パターンマッチング、方向情報の拡大、拡大処理画像に対する方向依存平滑化フィルタ処理という流れであり、画像サイズが大きくなると処理負荷が非常に大きくなるという問題がある。

10

【0014】

また、上記「適応的な 2 次元標本化関数による高品質な画像拡大再構成」(画像電子学会誌第 28 巻第 5 号 P.P. 620 ~ 626) は、キュービック・コンボリューション法において  $\text{sinc}$  関数が無限系列であるため有限で打ち切った近似関数を用いる事による誤差や、標本化定理が連続かつ微分可能な信号を対象としているのに対して、画像には不連続な点が多く存在することを課題として、 $\text{sinc}$  関数とは異なる不連続に向いておりかつ局所性のある関数を補間関数に用い、さらにエッジ方向を大域的に検出して補間関数をその方向に変形させることでボケやジャギーの少ない拡大画像を得るものである。

【0015】

20

しかし、この方式で用いられる関数は、局所的ではあるが倍率  $n$  に対して畳み込みのマトリクスサイズが  $4n$  になることからや、大域的なエッジ方向の検出などにより演算量が多いという問題がある。

【0016】

本発明は以上のような従来技術の問題点を考慮してなされたものであり、ボケやジャギーの少ない拡大画像を処理負荷が小さく高速に求める事が可能な画像処理装置、画像処理方法、画像処理プログラムおよび画像処理プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体を実現することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】

30

上記目的を達成するため、本発明は、注目画素を含む第 1 の画像領域に対してエッジ方向情報を推定し、この推定した所定のエッジ方向に相当する第 1 の画像領域に対応したエッジ形状パターンをエッジ方向情報と注目画素を含む画像領域内の画素値とにより選択し、注目画素を含む第 1 の画像領域の画素値を強調する。そして、選択されたエッジ形状パターンと第 1 の画像領域の強調された画素値とを用いて拡大画像領域を生成し、この拡大画像領域を所定の方法で配置するものである。ここで、選択するエッジ形状パターンには、前記注目画素を含む第 1 の画像領域に対応した第 1 のエッジ形状パターンと、その第 1 のエッジ形状パターンとエッジ方向が対応し、サイズの異なる第 2 のエッジ形状パターンとを有しているものである。

【0018】

40

このような本発明では、注目画素を含む第 1 の画像領域に対してエッジ方向情報を推定し、その推定した所定のエッジ方向に相当する第 1 の画像領域に対応したエッジ形状パターンをエッジ方向情報と注目画素を含む画像領域内の画素値により選択することから、簡単なパターンマッチングのみでエッジ方向に対応したエッジ形状パターンを判別できるようになる。さらに、注目画素を含む第 1 の画像領域の画素値を強調し、選択されたエッジ形状パターンと第 1 の画像領域内の強調された画素値を用いて拡大画像領域を生成し、前記拡大画像領域を所定の方法で配置することにより、エッジ方向を考慮した拡大画像を生成でき、ボケやジャギーの少ない拡大画像を処理負荷が小さく高速に求めることができるようになる。

【0019】

50

**【発明の実施の形態】**

以下、本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。図1は本発明の実施形態に係る画像処理装置の拡大処理を行う処理部を示すブロック図である。同図において、拡大処理部1は、画像ブロック設定部10と、エッジ方向推定部11と、画像強調部12と、エッジパターン選択部13と、拡大画像ブロック生成部14と、画像ブロック配置部15と、画像データ格納部16から構成されている。以下、本実施形態の各構成要素の概要および動作について説明する。

**【0020】**

図1において、画像データは画像処理装置で処理可能な画像フォーマット(例えばBMP、TIFF、PNG)で記述されたものであり、図示しないパーソナルコンピュータやデジタルカメラなどにおいて、作成や編集等処理するアプリケーションプログラムで作成された画像データから生成されたものである。

10

**【0021】**

画像データ格納部16は、図示しない入力装置から入力された画像データが拡大処理部1で拡大処理が行われるまで一時的に記憶する機能や、解像度変換または拡大処理された拡大画像データが、図示しない出力装置に出力されるまで一時的に記憶する機能などを備えたものである。

**【0022】**

画像ブロック設定部10は、エッジ方向推定部11および画像強調部12における処理で必要とされる各々ブロックサイズを設定し、画像データ格納部16に記憶されている入力画像データから前記ブロックサイズの画像ブロックを順次切り出し、エッジ方向推定部11および画像強調部12に送信する機能を備えたものである。

20

**【0023】**

エッジ方向推定部11は、前記画像ブロック設定部10で順次切り出された画像ブロック中の注目領域および前記注目領域周辺の参照領域におけるエッジ方向を、各々の領域の画素値分布から計算し、複数領域で計算された前記エッジ方向から前記注目領域のエッジ方向を推定する機能を備えたものである。

**【0024】**

画像強調部12は、拡大処理部1における拡大処理の拡大倍率に応じたサイズおよび要素のカーネルを用いて、前記画像ブロック設定部10で切り出された画像ブロック中の注目領域およびその周辺領域の画像データのコントラストを強調する機能を備えたものである。

30

**【0025】**

エッジパターン選択部13は、エッジ方向推定部11で推定された注目領域のエッジ方向に相当する注目領域と同サイズの第1エッジパターンを選択し、前記第1エッジパターンに1対1で対応する異なるサイズの第2エッジパターンを特定する機能を備えたものである。

**【0026】**

拡大画像ブロック生成部14は、エッジ方向推定部11で推定されたエッジ方向と、エッジパターン選択部13で得られた前記第2エッジパターンと、画像強調部12においてコントラスト強調された画素値を用いて、注目領域に対する拡大画像ブロックを生成する機能を備えたものである。

40

**【0027】**

画像ブロック配置部15は、拡大画像ブロック生成部14から出力された拡大画像ブロックを順次配置し、解像度変換および拡大された画像データを画像データ格納部16に出力する機能を備えたものである。

**【0028】**

次に、本発明の実施形態における拡大処理の流れの概要について、図2に示すフローチャートを用いて説明する。なお、以下の説明で図2に示されない符号は図1を参照するものとする。

50

## 【0029】

先ず、ステップS20において、図示しない入力装置から入力され、画像データ格納部16に記憶された入力画像データに対して、画像ブロック設定部10で、エッジ方向推定部11および画像強調部12の処理で必要とされる各々のブロックサイズを設定し、前記ブロックサイズの画像ブロックを入力画像データから切り出す。

## 【0030】

例えば、図3に示すように、注目領域が2×2サイズ、前記注目領域を含む周辺領域が4×4サイズの場合、設定されるブロックサイズは2倍拡大の場合は図3(a)に示す6×6サイズブロック、4倍拡大の場合は図3(b)に示す8×8サイズブロックが切り出される。

10

## 【0031】

次いで、ステップS21において、エッジ方向推定部12は、切り出された画像ブロック中の注目領域および前記注目領域を含む周辺領域中の参照領域のエッジ方向を計算し、得られた複数のエッジ方向から注目領域のエッジ方向を推定する。

## 【0032】

次に、ステップS22において、エッジパターン選択部13は、エッジ方向推定部12で推定されたエッジ方向および注目領域の画素分布パターンを用いて第1および第2エッジパターンを選択する。ここで第1および第2エッジパターンは、後述するエッジ方向および画素分布パターン毎に予め用意されており、図1中には図示しない記憶部などに例えばテーブル情報として記憶されている。

20

## 【0033】

続いて、ステップS23において、画像強調部12は、拡大率の応じたサイズおよび要素値をもつカーネルを用いて、前記画像ブロック設定部10で切り出された画像ブロック中の前記注目領域およびその周辺領域の画像データを強調する。

## 【0034】

次に、ステップS24において、拡大画像ブロック生成部14は、エッジ方向推定部12で推定された前記注目領域のエッジ方向と、エッジパターン選択部13で選択された前記エッジパターンおよび画像強調部12において強調された前記注目領域および周辺領域の画素値を用いて、前記注目領域に対する拡大画像ブロックを生成する。

## 【0035】

その後、ステップS25において、画像ブロック配置部15は、拡大画像ブロック生成部14で生成された前記注目領域に対する拡大画像ブロックを後述する所定の方法で順次配置し、配置を終えた画像ブロックを画像データ格納部16に格納する。

30

## 【0036】

そして、ステップS26において、入力画像データに対して出力すべき拡大画像データが生成完了したかを判断し、完了していない場合は、ステップS20に処理を戻し、次の画像ブロックを切り出し上述の処理を繰り返す。完了した場合は、拡大画像データを出力して拡大処理を終了する。

## 【0037】

以上、本発明の実施形態における画像処理装置の概要および動作について記述した。次に、この画像処理装置の主要部であるエッジ方向推定部11、画像強調部12、エッジパターン選択部13および拡大画像ブロック生成部14および画像ブロック配置部15の詳細について説明する。

40

## 【0038】

先述の図3に示したように、注目領域2×2サイズブロック、前記注目領域を含む周辺領域4×4サイズブロックの場合を例にとり、本実施形態のエッジ方向推定部11におけるエッジ方向推定の詳細を述べる。

## 【0039】

図4(a)は注目領域および周辺領域の一例を示す図である。図4中において、注目領域は枠で囲まれた画素{a、b、c、d}={15、177、86、203}であり、各数字は各々の画素値を示

50

すものとする。エッジ方向推定部 11 におけるエッジ方向推定処理の流れについて、図 5 に示すフローチャートを用いて説明する。

【0040】

先ず、ステップ S50 において、図 4 中の太線枠で囲まれた注目ブロックのエッジ方向を以下の式 (1) で計算する。また、後述するステップ S55 における注目領域のエッジ方向推定に用いるエッジ角度の参照数をカウントするための変数である角度参照数を 1 にセットする。

【0041】

$$g_x = (a + c - b - d) / 2$$

$$g_y = (a + b - c - d) / 2$$

$$\theta = \arctan(g_y / g_x) \quad \dots (1)$$

10

【0042】

例えば、具体的に図 4 (a) に示すような注目領域 {15、177、86、203} の場合、 $g_x$ 、 $g_y$  はそれぞれ式 (1) より  $g_x = -139.5$ 、 $g_y = -97$  となり、図 4 (a) に示す注目領域におけるエッジ方向は  $\theta = -145.2^\circ$  となる。さらに図 4 (b) に示すように、得られたエッジ方向を  $22.5^\circ$  (8 方向) で正規化した場合は、上記  $\theta = -145.2^\circ$  の場合は方向 2 となる。

【0043】

次に、ステップ S51 において、ステップ S50 で計算された注目領域のエッジ方向に応じて、図 4 (a) に示した周辺領域中からエッジ方向推定に用いる参照領域を選択する。

【0044】

図 6 に、注目領域のエッジ方向による参照領域選択の一例を示す。本注目領域の場合は、正規化されたエッジ方向が方向 2 であるので、図 6 (c) に示した 4 つの参照領域 (注目領域を含む上下左右  $2 \times 2$  の 4 つの領域) が選択される。なお、参照領域の選択は図 6 に示したものに限定されるわけではなく、たとえば図 6 (c) の場合などは、参照領域数を 8 (注目領域を含む上下左右および斜め  $2 \times 2$  の 8 つの領域) としたものをを用いてもよい。

20

【0045】

次に、ステップ S52 において、ステップ S51 で選択された参照領域に対して、ステップ S50 と同様に式 (1) に従って、エッジ方向を計算する。

【0046】

その後、ステップ S53 において、ステップ S52 で計算された選択参照領域のエッジ方向と、ステップ S50 で計算された注目領域のエッジ方向とをそれぞれ比較する。

30

【0047】

両エッジ方向の差が予め設定されている閾値  $\theta_{th}$  よりも小さい場合には、ステップ S54 において角度参照数を 1 増やし (ステップ S54)、ステップ S55 に処理を移す。両エッジ方向の差が予め設定されている閾値  $\theta_{th}$  よりも大きい場合には、エッジ方向推定には適さない参照領域と判断し、そのままステップ S55 に処理を移す。

【0048】

次に、ステップ S55 において、全ての選択参照領域のエッジ方向計算が終了したかどうか判断する。終了していればステップ S56 に処理を移し、まだ終了していない参照領域がある場合には、ステップ S52 からステップ S54 の処理を繰り返す。

40

【0049】

そして、ステップ S56 において、注目領域のエッジ方向と、ステップ S53 においてエッジ方向推定に適したと判断された参照領域のエッジ方向との総和を計算し、前記エッジ方向の総和を角度参照数で割った平均エッジ方向を注目領域の推定エッジ方向とする。

【0050】

このように、注目領域のエッジ方向として、注目領域のみで推定したエッジ方向から導かれる参照領域のエッジ方向も考慮して注目領域のエッジ方向を推定することによって、簡単な計算のみで精度の高いエッジ方向検出を行うことができるようになる。

【0051】

なお、上記に示したエッジ方向推定部 11 では、入力画像データがグレースケール画像で

50

ある場合について説明を行っているが、勿論これに限定されるわけではない。例として図7にRGB色空間カラー画像の場合におけるエッジ方向推定処理の流れについて、フローチャートを用いて説明する。

【0052】

先ず、ステップS70において、注目領域におけるRGB各色空間ブロックそれぞれについて、上記式(1)および下記式(2)を用いてエッジ強度Gを計算する。

$$G = g_x * g_x + g_y * g_y \quad \dots (2)$$

【0053】

次に、ステップS71において、式(2)で計算されたRGB各色空間ブロックの各々のエッジ強度に対して、最大のエッジ強度である色空間ブロックを選択する。

10

【0054】

次いで、ステップS72において、ステップS71で選択された色空間ブロックで、図5に示したエッジ方向推定処理であるステップS50からステップS56までの処理を行う。

【0055】

その後、ステップS73において、最大エッジ強度の色空間ブロックで推定された推定エッジ方向を他の色空間ブロックにおける推定エッジ方向とし、後述するエッジパターン選択部13および拡大画像ブロック生成部14に置く処理を各色空間ブロックに対して行う。

【0056】

上述したステップS70からステップS73の処理を行うことで、カラー画像における拡大画像データのエッジ部の色ずれなど画質低下原因を抑えることが可能となる。

20

【0057】

なお、本実施形態では注目領域および参照領域における式(1)を用いたエッジ方向計算後の正規化を8方向として説明を行ってきたが、勿論これに限定されるわけではなく、さらに精度の高いエッジ方向が必要であれば12方向(15.0°)、16方向(12.25°)などに正規化しても良い。

【0058】

次に、エッジパターン選択部13の動作の詳細について説明する。エッジパターン選択部13では、例えば図9に示すようなエッジパターンテーブルを用いて、エッジ方向推定部11で推定された注目領域のエッジ方向に相当する第1エッジパターンを選択し、選択された第1エッジパターンに対応する第2エッジパターンを決定する。

30

【0059】

具体的に図4(a)に示す枠で囲まれた注目領域およびその周辺領域の場合について説明する。図4(a)に示した前記注目領域に対する推定エッジ方向は、上述のエッジ方向推定部11の各処理ステップにより、図8に示すように方向1と推定される(注目領域および4つの参照領域のエッジ方向の総和(-738.04)/角度参照数(5) = -147.6、正規化エッジ方向1)。

【0060】

推定された注目領域のエッジ方向(方向1)に従い、図9に示すエッジパターンテーブル内から注目領域のエッジパターンに相当するパターン候補が選択される。この場合、方向1の第1エッジパターンであるパターン0からパターン3の4つのパターンが、図4(a)に示す注目領域に対する第1エッジパターンの候補となる。

40

【0061】

次に、エッジパターン選択部13では、以下に説明するように、パターン0からパターン3のいずれか1つを注目領域に対する第1エッジパターンとして選択する。

【0062】

図10は、図4(a)に示した注目領域の場合について、4つのエッジパターン候補の中から1つのエッジパターンを選択する方法を具体的に説明した図である。まず、第1エッジパターン候補を図10(b)に示すようにビットパターン化する。(白部分を0、それ以外

50

を1)。ただし、図9に示すエッジパターンテーブルを予めビットテーブル化して図1中に図示しない記憶部などに記憶しておいても良く、その場合は本処理は省略できる。

【0063】

次に、下記式(3)に従い、注目領域中の平均画素値(図4(a)の場合では120.25)を計算し、注目領域各々の画素値から平均値を引き、その符号を以って注目領域の画素値パターンとする(図10(c))。さらに画素値パターンをビットパターン化する(図10(d))。

【0064】

Mean = (a + b + c + d)/4

a\_sign = a - Mean

b\_sign = b - Mean

c\_sign = c - Mean

d\_sign = d - Mean ... (3)

10

【0065】

次に、図10(b)の各エッジパターン候補のビットパターンと、図10(d)の注目領域のビットパターンにおいてパターンマッチングを行い、注目領域に対する第1エッジパターンを1つ選択する。この場合はパターン2が注目領域に対する第1エッジパターンとして選択される。

【0066】

最後に、第1エッジパターンが選択されると、それに1対1に対応するように予め用意された第2エッジパターンが決定する。この場合は図11に示す第2エッジパターンが選ばれる。第2エッジパターンは、後述する拡大画像ブロック生成部14における注目領域に対する拡大画像ブロック生成の際に使用される。

20

【0067】

なお、第1および第2エッジパターンは図9に示したものに限定されるわけではなく、例えば、入力画像データの種類に応じて図9とは異なったエッジパターンを用いてもよく、また各角度における第1および第2エッジパターン候補数を増減させてもよい。

【0068】

次に、画像強調部12について詳細に説明する。画像強調部12では、図1における拡大処理部1における拡大処理の拡大倍率に応じたサイズおよび要素のカーネルを用いて、先述の図3に示したような画像ブロック設定部10で切り出された画像ブロック中の注目領域およびその周辺領域の画像データのコントラストを強調する。

30

【0069】

図12に画像強調部12で用いる強調カーネルの具体的な一例を示す。また、図13は図12(a)に示したカーネル0を用いて画素Pを強調する様子を示した図である。この場合、画素Pの画素値P'は次の式(4)に従って計算される。

【0070】

注目画素値P' = 1.60 \* P - 0.15 \* (a + b + c + d) (4)

a、b、c、d、Pはそれぞれ図13に示した位置の画素値である。

【0071】

図14に入力画像データを8倍拡大する場合、図12に示した各々の強調カーネルによるコントラスト強調の一例を示す。まず、入力画像データを2倍拡大する場合に、図12(a)に示すカーネル0を用いて入力画像データのコントラスト強調を行う。

40

【0072】

次に、2倍拡大された画像データを2倍拡大する場合に、2倍拡大画像データに対して図12(b)に示すカーネル1を用いてコントラスト強調を行い、同様に8倍拡大する場合に、4倍拡大画像データに対して図12(c)に示すカーネル2を用いてコントラスト強調を行う。

【0073】

なお、コントラスト強調を施すカーネルは図12に示したものに限定されるわけではなく

50

、入力画像データの種類およびサイズなどにより、カーネルの要素および要素間距離が図12と異なったカーネルを用いても勿論よい。

【0074】

次に、拡大画像ブロック生成部14について説明する。拡大画像ブロック生成部14では、エッジパターン選択部13で得られた前記第2エッジパターンと、画像強調部12においてコントラスト強調された画素値を用いて、注目領域に対する拡大画像ブロックを生成する。

【0075】

拡大画像ブロック生成部14における拡大画像ブロック生成処理の流れの一例について、図15に示すフローチャートを用いて説明する。まず、ステップS150において、図16に示すように画像強調部12においてコントラスト強調された注目領域およびエッジパターン選択部13で選択された第2エッジパターンを用いて、まず3×3拡大画像ブロックを生成する。3×3拡大画像ブロックの各画素値は、図16中に示される式で計算される。この画素値計算式は第2エッジパターンによって決まっており、例えば図17中に他の第2エッジパターンにおける画素値計算式の具体的な例を示す。

10

【0076】

次に、ステップS151において、エッジ方向推定部11で推定された注目領域の推定エッジ方向を判断し、推定エッジ方向が方向1～方向3および方向5～方向7の場合はステップS152に、推定エッジ方向が方向0および方向4の場合はステップS153に処理を移す。

20

【0077】

ステップS152では、注目領域の推定エッジ方向が方向1～方向3および方向5～方向7の場合に、ステップS150で生成された3×3拡大画像ブロックから4×4拡大画像ブロックを生成する。

【0078】

まず、図18に示すように、3×3拡大画像ブロックおよび画像強調部12においてコントラスト強調された周辺領域中の参照画素(r0からr5)を用いて、3×4拡大画像ブロックを生成する。3×4拡大画像ブロックの各画素値は図18に示す計算式により決定される。また周辺領域中の前記参照画素(r0からr5)は、注目領域における推定エッジ方向に従い選択される。

30

【0079】

図19に推定エッジ方向による選択される参照画素の具体的な一例を示す。なお、参照画素の選択は図19に示すように2パターンの選択例に限定されるわけではなく、推定エッジ方向に従い、より多くの参照画素選択パターンを用意してもよい。

【0080】

次に、図20に示すように、3×4拡大画像ブロックおよび画像強調部12においてコントラスト強調された周辺領域中の参照画素(r0からr7)を用いて、4×4拡大画像ブロックを生成する。4×4拡大画像ブロックの各画素値は図20内に示される計算式により決定される。

【0081】

なお、上記で説明したステップS152における4×4拡大画像ブロック生成において、3×3ブロック 3×4ブロック 4×4ブロック生成の処理の流れを示したが、勿論3×3ブロック 4×3ブロック 4×4ブロックの処理の流れでもよく、勿論この場合の参照画素選択は便宜変更される。

40

【0082】

ステップS153では、注目領域の推定エッジ方向が方向0および方向4の場合に、ステップS150で生成された3×3拡大画像ブロックから4×4拡大画像ブロックを生成する。

【0083】

図21にステップS153における4×4拡大画像ブロック生成処理の概要を示す。まず

50

、画像強調部12においてコントラスト強調された注目領域および周辺領域ブロック(4×4ブロック)を1.25倍拡大する。この場合の拡大手法は線形拡大法であっても投影拡大法であってもよい。

【0084】

次に、拡大された5×5ブロックの中心部分(3×3ブロック)を、ステップS150で生成した3×3拡大画像ブロックで置き換え、さらに置き換えた5×5ブロックを1.2倍拡大する。この場合の拡大手法も線形拡大法であっても投影拡大法であってもよい。

【0085】

最後に、拡大された6×6ブロックの中心部分(4×4ブロック)を、注目領域に対する4×4拡大画像ブロックとして抜き出す。以上、ステップS150からステップS153の処理を行うことにより、例えば図22に示すような、注目領域に対する拡大画像ブロックが生成される。

10

【0086】

次に、画像ブロック配置部15について説明する。画像ブロック配置部15では、拡大画像ブロック生成部14で生成された注目領域に対する拡大画像ブロックを所定の方法により順次配置する。

【0087】

図23に、拡大画像ブロック生成部14で生成された4×4拡大画像ブロックを配置する具体的な一例を示す。図23に示す例では、順次生成された拡大画像ブロック0および拡大画像ブロック1をオーバーラップさせるように配置している。オーバーラップする画素は各々前画素値との平均をよるようにして配置する。

20

【0088】

このような本実施形態の画像処理装置および画像処理方法によって、画像の拡大処理を行うにあたり、簡単なパターンマッチングのみでエッジ方向に対応したエッジ形状パターンを選択できるとともに、選択されたエッジ形状パターンに基づくエッジ方向を考慮した画素値を用いて拡大画像を生成することから、ボケやジャギーの発生を抑制した拡大画像を少ない処理負荷によって実現できるようになる。

【0089】

なお、上記説明した画像処理方法は、画像処理プログラムとしてパーソナルコンピュータ等で実行されたり、インターネット等の通信回線を介して配信されたり、コンピュータ読

30

取可能な記録媒体(例えば、CD-ROM)に記録される態様であってもよい。

【0090】

また、このような画像処理プログラムは、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、携帯電話、PDA(携帯端末)等のデジタル画像を取り扱う機器において取り込み画像をデジタル的に拡大する場合にも適用可能である。

【0091】

【発明の効果】

以上説明したように本発明では、画像の拡大処理において、正確なエッジ方向を検出し、そのエッジ方向に応じた画素値から拡大画像を生成することから、ボケやジャギーの画質欠陥を抑制した高画質な拡大処理を小さな処理負荷で高速に実現することが可能となる。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態の基本構成を示すブロック図である。

【図2】 本発明の実施の形態の処理の流れを示すフローチャートである。

【図3】 画像ブロック設定部で切り出される画像ブロックおよび注目領域、周辺領域の例を示す図である。

【図4】 注目領域および周辺領域の具体的な一例と注目領域のエッジ方向を説明する図である。

【図5】 エッジ方向推定部におけるエッジ方向推定処理の流れを示すフローチャートである。

【図6】 エッジ方向推定に用いる参照領域の例を示す図である。

50

【図7】 エッジ方向推定部における、RGB色空間カラー画像に対するエッジ方向推定処理の流れを示すフローチャートである。

【図8】 図4の注目領域における推定エッジ方向を示す図である。

【図9】 エッジパターンテーブルの具体的な一例を示す図である。

【図10】 図4の注目領域に対して、第1エッジパターンを選択する方法を具体的に説明した図である。

【図11】 図4の注目領域における第2エッジパターンを示す図である。

【図12】 画像強調部で用いる強調カーネルの具体的な例を示す図である。

【図13】 図12(a)の強調カーネルで画素Pを強調する例を示す図である。

【図14】 入力画像データを8倍拡大する場合の、強調カーネルによるコントラスト強調を説明する図である。 10

【図15】 拡大画像ブロック生成部14における、拡大画像ブロック生成処理の流れを示すフローチャートである。

【図16】 3×3拡大画像ブロック生成の具体的な一例を示す図である。

【図17】 図16の第2エッジパターンと異なる第2エッジパターンの場合の、3×3拡大画像ブロック生成の例を示す図である。

【図18】 3×4拡大画像ブロック生成の具体的な一例を示す図である。

【図19】 推定エッジ方向による参照画素の選択を説明する図である。

【図20】 4×4拡大画像ブロック生成の具体的な一例を示す図である。

【図21】 推定エッジ方向が方向0および方向4の場合における、4×4拡大画像ブロック生成の例を示す図である。 20

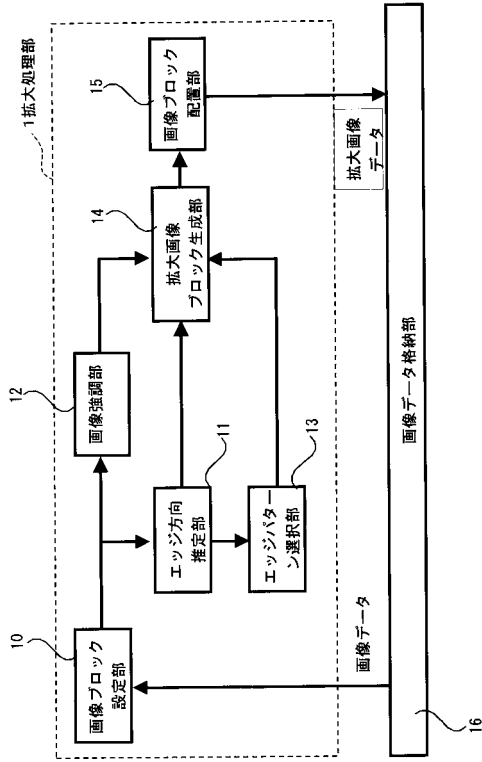
【図22】 注目領域に対する拡大画像ブロックを示す図である。

【図23】 画像ブロック配置部における、4×4拡大画像ブロック配置の具体的な一例を示す図である。

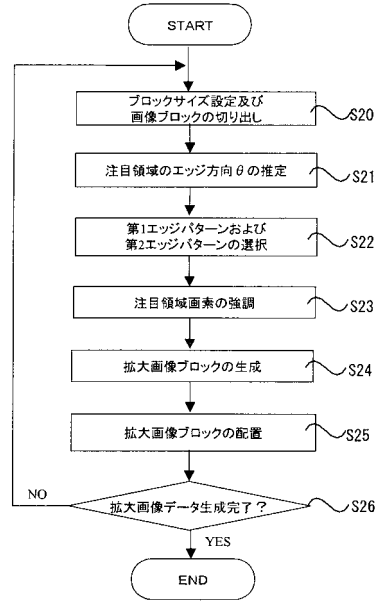
【符号の説明】

1 ... 拡大処理部、10 ... 画像ブロック設定部、11 ... エッジ方向推定部、12 ... 画像強調部、13 ... エッジパターン選択部、14 ... 拡大画像ブロック生成部、15 ... 画像ブロック配置部、16 ... 画像データ格納部

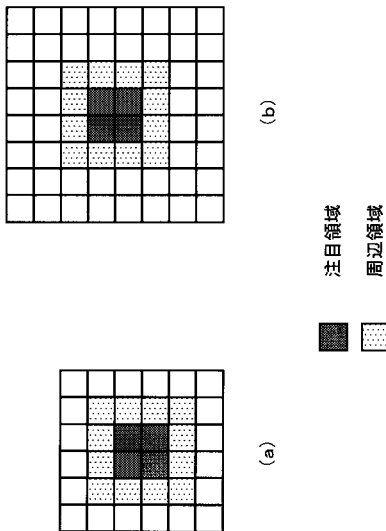
【図1】



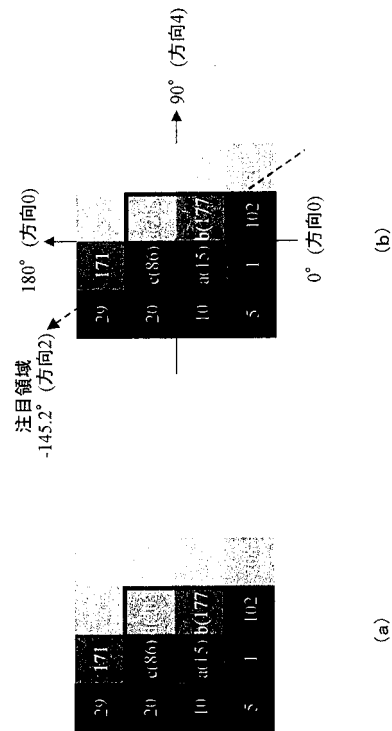
【図2】



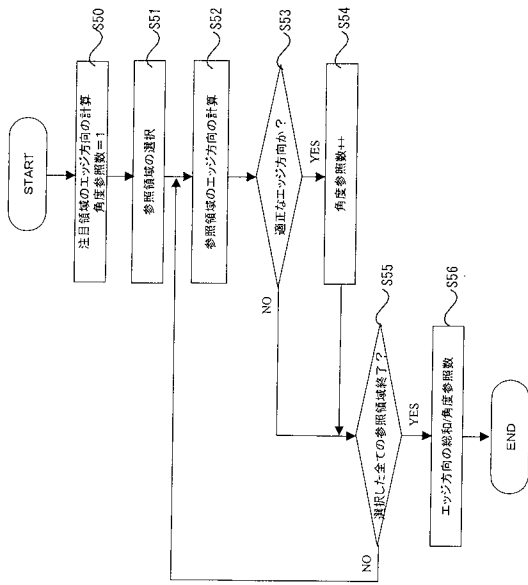
【図3】



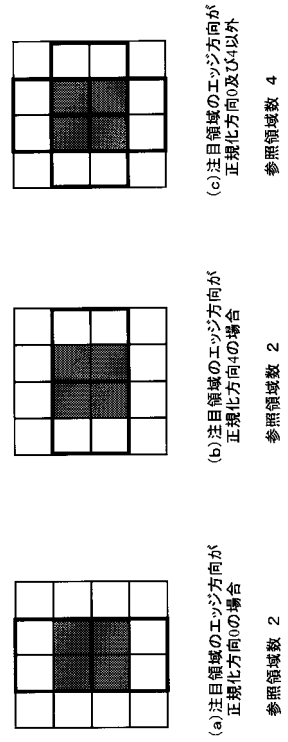
【図4】



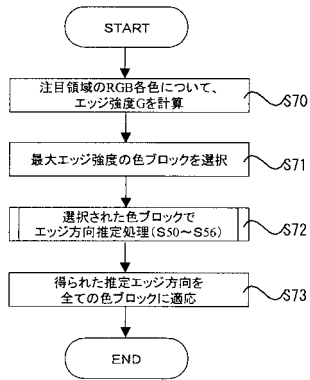
【 図 5 】



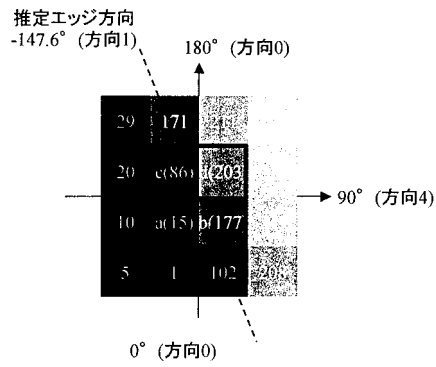
【 図 6 】



【 図 7 】



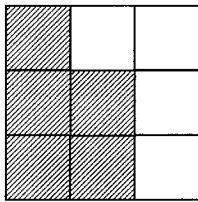
【 図 8 】



【 図 9 】

	方向0	方向1	方向2	方向3	方向4	方向5	方向6	方向7
縦方向の領域								
横方向の領域								
	縦方向の領域	横方向の領域	縦方向の領域	横方向の領域	縦方向の領域	横方向の領域	縦方向の領域	横方向の領域

【 図 1 1 】



【 図 1 0 】

1000

パターン0

1110

パターン1

1010

パターン2

1001

パターン3

(c) 注目領域の画素値パターン

+	+
-	-

(d) 注目領域の画素値パターン

(a) 第1エッジパターン

(b) ビットパターン

(d) 選択パターン(パターン2)

【 図 1 2 】

(a) カーネル0

1.60

0.15

(b) カーネル1

1.20

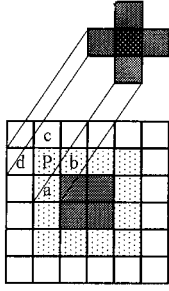
0.05

(c) カーネル2

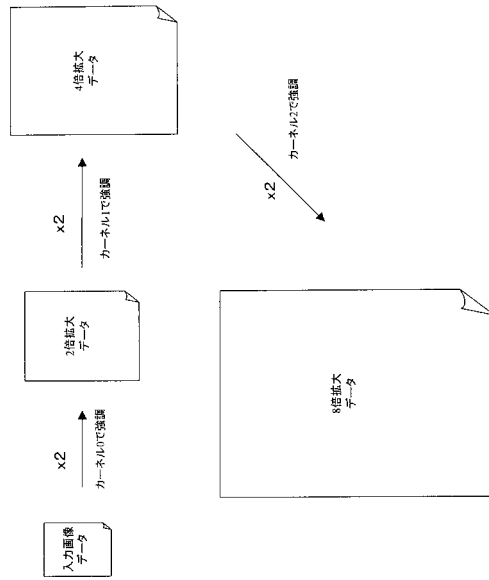
1.10

0.025

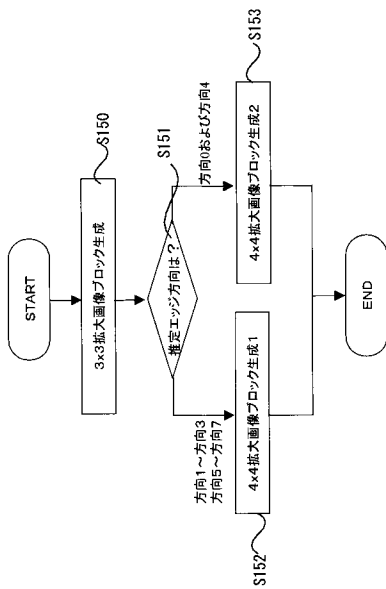
【 図 1 3 】



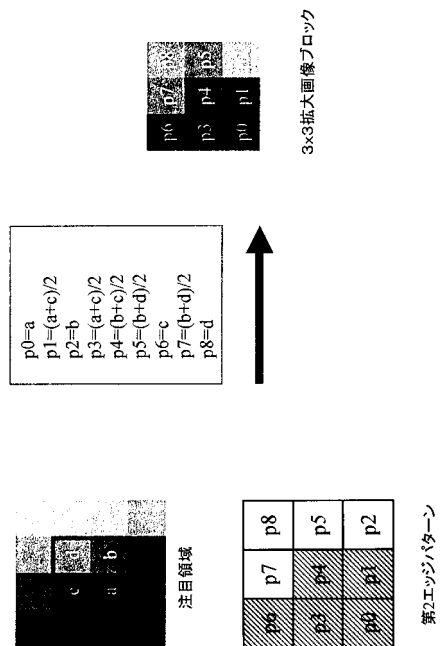
【 図 1 4 】



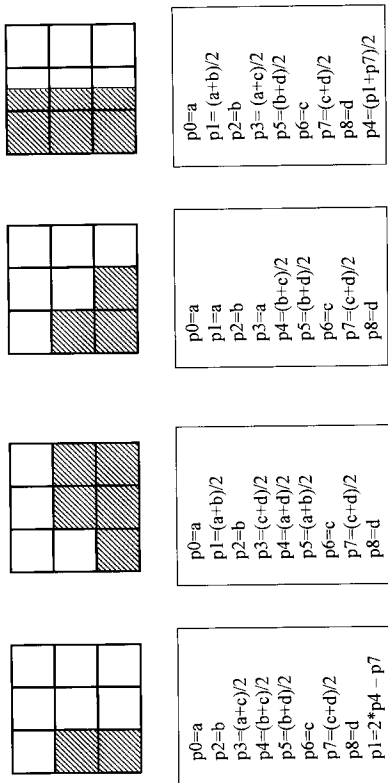
【 図 1 5 】



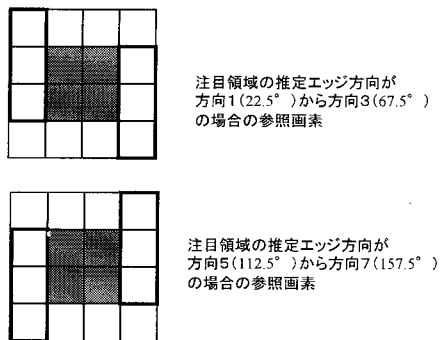
【 図 1 6 】



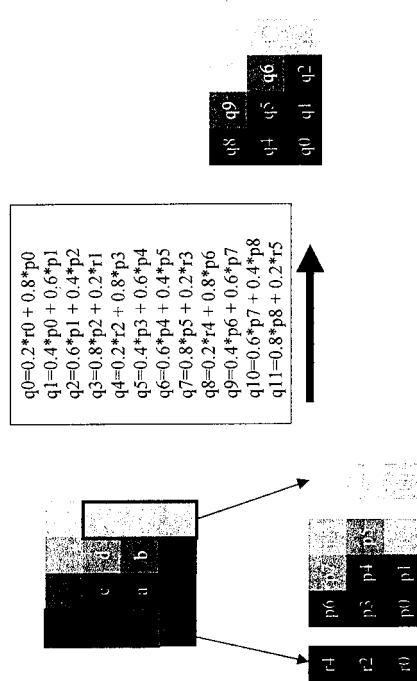
【 図 17 】



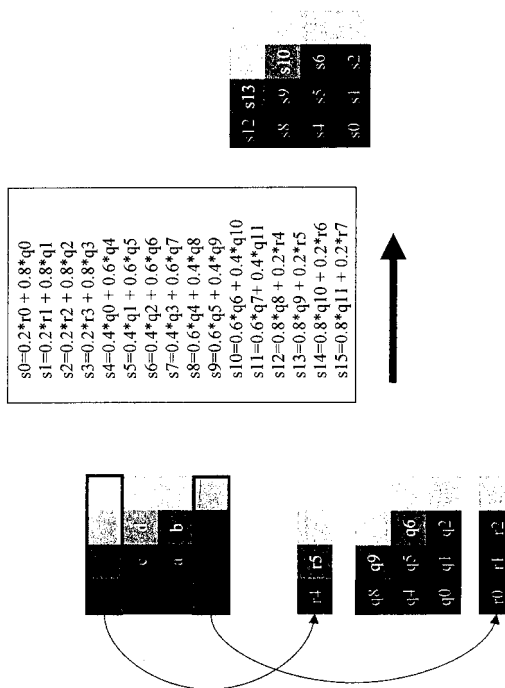
【 図 19 】



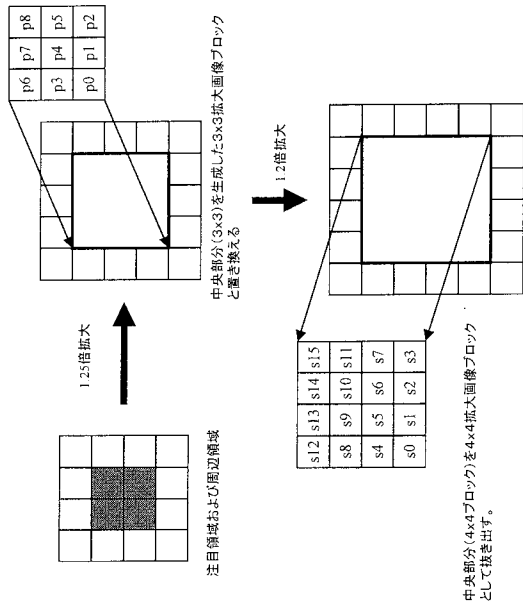
【 図 18 】



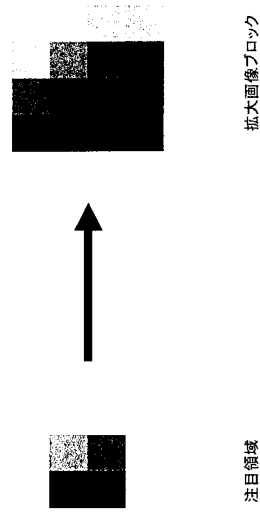
【 図 20 】



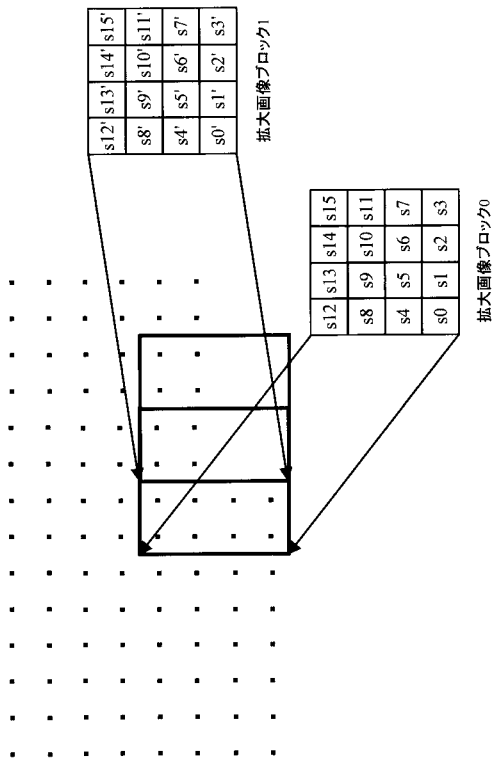
【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



【 図 2 3 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平09 - 326921 (JP, A)  
特開平09 - 098282 (JP, A)  
特開2001 - 160139 (JP, A)  
特開2000 - 253238 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 1/393  
G06T 3/40  
H04N 1/409