

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第3区分

【発行日】平成16年7月29日(2004.7.29)

【公開番号】特開2003-101785(P2003-101785A)

【公開日】平成15年4月4日(2003.4.4)

【出願番号】特願2002-179777(P2002-179777)

【国際特許分類第7版】

H 0 4 N 1/409

B 4 1 J 5/30

G 0 6 T 5/20

G 0 6 T 7/60

【F I】

H 0 4 N 1/40 1 0 1 D

B 4 1 J 5/30 Z

G 0 6 T 5/20 B

G 0 6 T 7/60 1 5 0 J

【手続補正書】

【提出日】平成15年7月4日(2003.7.4)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の名称】画像処理装置、画像処理方法および画像処理プログラムを記録した媒体

【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の画素からなる画像の画像データに対してエッジ強調処理を行う画像処理装置であって、

同画像データの画素数を検知する画素数検知手段と、

同検知された画素数に応じて同画素数が多いときに強調度を大きくしてエッジ強調するエッジ強調手段を具備することを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】上記請求項1に記載の画像処理装置において、上記エッジ強調手段は、エッジ強調処理における係数を変更してエッジの強調度を変化させることを特徴とする画像処理装置。

【請求項3】上記請求項1または請求項2のいずれかに記載の画像処理装置において、上記エッジ強調手段は、エッジ強調処理をアンシャープマスクを利用して行うことを特徴とする画像処理装置。

【請求項4】上記請求項3に記載の画像処理装置において、上記エッジ強調手段は、上記アンシャープマスクの実質的な大きさを変更してエッジの強調度を変化させることを特徴とする画像処理装置。

【請求項5】上記請求項3または請求項4のいずれかに記載の画像処理装置において、上記エッジ強調手段は、上記アンシャープマスクを利用する場合に周縁部の低数値マスク部分の演算を省略することを特徴とする画像処理装置。

【請求項6】上記請求項3～請求項5のいずれかに記載の画像処理装置において、上記エッジ強調手段は、隣接する画素同士で画像データの差が大きい場合に上記アンシャープマスクの演算を行うことを特徴とする画像処理装置。

【請求項7】上記請求項6に記載の画像処理装置において、上記エッジ強調手段は、隣接する画素同士での画像データの比較時に所定方向の画素とだけ比較することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 8】上記請求項 1～請求項 7 のいずれかに記載の画像処理装置において、画像データが輝度に対応した複数の成分値で表される場合において、上記エッジ強調手段は、同成分値より輝度に対応する値を求めるとともに同値に基づいてエッジ強調のために上記各成分値に対する共通の増減値を求め、この増減値で同各成分値を増減せしめることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 9】上記請求項 8 に記載の画像処理装置において、上記エッジ強調手段は、上記画像データの成分値の重み付け加算値に基づいて上記輝度に対応する値を求めることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 10】上記請求項 8 に記載の画像処理装置において、上記エッジ強調手段は、上記複数の成分値における全体の輝度への大なる貢献割合をもつ成分値を上記輝度に対応する値とすることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 11】複数の画素からなる画像の画像データに対してエッジ強調処理を行うにあたり、同画像データの画素数を検知し、同検知された画素数に応じて同画素数が多いときに強調度を大きくしてエッジ強調することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 12】複数の画素からなる画像の画像データを入力してエッジ強調処理を行う画像処理プログラムを記録した媒体であって、同画像データの画素数を検知し、同検知された画素数に応じて同画素数が多いときに強調度を大きくしてエッジ強調することを特徴とする画像処理プログラムを記録した媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像処理装置、画像処理方法および画像処理プログラムを記録した媒体に関し、特に、画像データのエッジ強調処理を行なう画像処理装置、画像処理方法および画像処理プログラムを記録した媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、写真などの画像データに対してエッジ部分を強調する画像処理ソフトウェアが知られている。これらにおいてはコンピュータに画像データを読み込み、試行錯誤でエッジの強調度を変えて変換し、変換結果を作業者が画面上で目視して確認し、適当な強調具合となるように調整している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

上述した従来の画像処理装置においては、作業者の目視による確認が必要であるため、自動的に適当な強調具合を設定することができないという課題があった。

【0004】

本発明は、上記課題にかんがみてなされたもので、自動的に最適なエッジの強調処理を行なうことが可能な画像処理装置、画像処理方法および画像処理プログラムを記録した媒体の提供を目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項 1 にかかる発明は、複数の画素からなる画像の画像データに対してエッジ強調処理を行う画像処理装置であって、同画像データの画素数を検知する画素数検知手段と、同検知された画素数に応じて同画素数が多いときに強調度を大きくしてエッジ強調するエッジ強調手段を具備する構成としてある。

【0006】

人が画像などを識別しようとするとき、大きな絵であれば距離を空けようとし、小さな絵であれば近づこうとする。従って、大きな絵であれば遠のいてみられる状況を想定してエッジ強調の効果が分かりやすくなるようにすれば最適といえる。このため、画像面積検知手段にてマトリクス状の画像データの大きさを検知すると、エッジ強調手段は同検知された画像の大きさに応じて同画素数が大きいときに強調度を大きくしてエッジ強調する。

【0007】

画像の大きさの検知は、各種の手法を採用可能である。

【0008】

画像の大きさは、本来、画素数だけでは検知できないが、ドット密度が一定であるという仮定の下では画素数だけでも検知できる。この場合、縦方向の画素数と横方向の画素数を乗算して検知しても良いし、画像データのデータファイルの大きさでも判断することもできる。また、余白部分があるときに周囲の余白をのぞいても構わない。すなわち、必ずしも画像データ全体としてみる必要はなく、実質的な画像部分の大きさで判断すればよい。むしろ、必ずしも画素数だけで考慮する必要はなく、例えば、表示時の密度によって画素数を調整して考慮しても良い。すなわち、表示密度が高い場合であれば画像の大きさが小さくなるので、画素数に応じたサイズよりも小さなものと扱えばよい。

【0009】

エッジ強調手段は各種の手法を採用可能である。従って、エッジの強調度はどの手法を採用するかによっても変更可能であるし、同じ手法を採用しつつ別の観点でエッジの強調度を変えることもできる。その一例として、請求項2にかかる発明は、請求項1に記載の画像処理装置において、上記エッジ強調手段は、エッジ強調処理における係数を変更してエッジの強調度を変化させる構成としてある。

【0010】

画像データにエッジ強調を行う場合、結果的にエッジの強調度を変化させうる係数が伴うため、この係数を変化させることによって最適なエッジの強調度とする。

【0011】

また、エッジ強調の手法の一例を採用するものとして、請求項3にかかる発明は、上記請求項1または請求項2のいずれかに記載の画像処理装置において、上記エッジ強調手段は、エッジ強調処理をアンシャープマスクを利用して行う構成としてある。

【0012】

アンシャープマスクを利用するエッジ強調処理では、注目画素に対して周縁画素を重み付けして加算した成分値を求め、これと注目画素との差分値に強調度を表す係数を乗算して注目画素に加算する。周縁画素を重み付けして加算することによりいわゆるローパスフィルタをかけたような効果をもたらす、この結果、低周波成分が得られる。この低周波成分と注目画素との差分値は高周波成分に該当するし、この高周波成分を注目画素に加算すればエッジが強調されることになる。この場合、請求項3にかかる係数は上記差分値に乘算する係数と考えればよい。むしろ、アンシャープマスクとはかかる性質を備えているものであればよく、厳格な意味でアンシャープマスクである必要はない。例えば、そのマスク成分値などについては適宜変更可能である。

【0013】

また、このようなアンシャープマスクを利用する場合のエッジ強調度の変更について、請求項4にかかる発明は、上記請求項3に記載の画像処理装置において、上記エッジ強調手段は、上記アンシャープマスクの実質的な大きさを変更してエッジの強調度を変化させる構成としてある。

【0014】

アンシャープマスクは、周縁画素を重み付けして注目画素に加算する性格上、どこまで周縁画素を注目画素に加算するかによってローパスフィルタの効果が変わってくる。したがって、実質的な大きさを変更すればエッジの強調度も変化する。

【0015】

ここにおいて、実質的に大きさを変更できればよく、必ずしも周縁画素を取り込む範囲を広げなくても良い。すなわち、アンシャープマスクを大きくすると、裾野が広がるのに伴って重み付けの割合も変化してくる。従って、固定された範囲で重み付けの割合を変化させても実質的にはアンシャープマスクを大きくしたものと見える。

【0016】

さらに、請求項5にかかる発明は、上記請求項3または請求項4のいずれかに記載の画像

処理装置において、上記エッジ強調手段は、上記アンシャープマスクを利用する場合に周縁部の低数値マスク部分の演算を省略する構成としてある。

【0017】

アンシャープマスクは、周縁画素における近隣部の重み付けを大きくするとともに遠隔部の重み付けを小さくしており、重み付けが小さくなれば演算結果に対する影響度も小さいといえる。一方、演算に要する処理量は重み付けの大きさには無関係である。従って、影響度の小さい周縁部の低数値マスク部分の演算を省略することにより、演算結果をさほど変えることなく演算量を低減できる。

【0018】

エッジ強調処理をどの画素に行うかはエッジ強調の手法にも関連してくるが、必ずしも全ての画素の画像データに対して実施する必要はなく、実施すべき画素の選択の一例として、請求項6にかかる発明は、上記請求項3～請求項5のいずれかに記載の画像処理装置において、上記エッジ強調手段は、隣接する画素同士で画像データの差が大きい場合に上記アンシャープマスクの演算を行う構成としてある。

【0019】

エッジ部分を強調させる処理である以上、エッジ以外の部分について処理を行なう必要もない。エッジ部分では隣接する画素同士で画像データの差が大きいという特徴があるので、このような条件に合う部分でのみエッジ強調手段はアンシャープマスクの演算を行い、強調結果を反映させる。

【0020】

ここにおいて、隣接する画素同士で画像データの差を判定するにあたり、請求項7にかかる発明は、上記請求項6に記載の画像処理装置において、上記エッジ強調手段は、隣接する画素同士での画像データの比較時に所定方向の画素とだけ比較する構成としてある。

【0021】

縦横方向に形成されたドットマトリクスの画像データにおいては注目画素の周縁には八つの画素が存在し、本来であれば常に八つの方向の画素との間で比較を行うことになる。一方、一定方向についての比較を行う場合でも隣接する画素によって必ず反対方向からの比較も行われていることになる。このような状況の下で、エッジ強調手段が隣接する画素同士での画像データの比較時に所定方向の画素とだけ比較しても必ず隣接する画素との間で比較が行われることになり、かかる強調処理の結果も良好であった。どの方向に対して行うかは設計方針によって変更可能であるが、例えば、互いに反対方向にならない四方向について行えば全方向に対して隣接する画素同士の比較が行われることになる。

【0022】

画像データが輝度に対応した複数の成分値で表される場合、本来であれば、各成分値に対してエッジ強調処理を行うことになるが、成分値が多ければ単純比例的に演算量は増加する。これに対し、請求項8にかかる発明は、上記請求項1～請求項7のいずれかに記載の画像処理装置において、画像データが輝度に対応した複数の成分値で表される場合において、上記エッジ強調手段は、同成分値より輝度に対応する値を求めるとともに同値に基づいてエッジ強調のために上記各成分値に対する共通の増減値を求め、この増減値で同成分値を増減せしめる構成としてある。

【0023】

エッジが強調されるというのは明暗差が大きくなるということにもなるため、輝度で代表させることが可能であり、色相をできる限り保存しつつ輝度を変化させることができればよい。このような観点より、エッジ強調手段は、もともと輝度に対応している各成分値から輝度と呼べるような一つの値を求め、同値からエッジ強調が可能となる。すなわち、同値に基づいてエッジ強調のために上記各成分値に対する共通の増減値を求め、この増減値で各成分値を増減せしめる。これにより、エッジ強調のための演算自体は輝度に対応する値だけで行えば良くなり、また、色相をできる限り保存しつつ輝度によってエッジ強調が行われることになる。

【0024】

むろん、輝度に対応する値として輝度そのものを求めることも可能であるが、輝度そのものを求める演算量は多いのが通常である。このため、請求項9にかかる発明は、上記請求項8に記載の画像処理装置において、上記エッジ強調手段は、上記画像データの成分値の重み付け加算値に基づいて上記輝度に対応する値を求める構成としてある。

【0025】

画像データが輝度に対応した複数の成分値で表されている場合、概ね画像データの成分値の重み付け加算によって輝度が求められる。その一例として、RGBの表色空間では赤緑青の各成分がそれぞれ輝度（明度）に比例的な成分値となっており、カラーテレビジョン放送においては全体の輝度 $Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B$ なる変換式で輝度を求めている。従って、当該エッジ強調手段も画像データの成分値を重み付け加算することにより輝度に対応する値を求めている。むろん、重み付け加算の割合は適宜変更可能であるし、さらなる演算量の低減のためには同じ重み付けで加算してしまうことも可能である。

【0026】

また、同様の考え方を発展して、請求項10にかかる発明は、上記請求項8に記載の画像処理装置において、上記エッジ強調手段は、上記複数の成分値における全体の輝度への大なる貢献割合をもつ成分値を上記輝度に対応する値とする構成としてある。

【0027】

$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B$ なる変換式を見て明らかのように、緑（G）成分が全体の6割を占めており、殆ど緑（G）成分によって輝度が判断できるものといっても差し支えない場合がある。このような場合であれば、全体の輝度への大なる貢献割合をもつ成分値である緑（G）成分を輝度に対応する値として演算に利用してしまえばさらに演算量が低減する。

【0028】

上述したようにして、画像の大きさに応じて強調度を変えてエッジ強調する手法は、実体のある装置に限定される必要はなく、その方法としても機能することは容易に理解できる。このため、請求項11にかかる発明は、複数の画素からなる画像の画像データに対してエッジ強調処理を行うにあたり、同画像データの画素数を検知し、同検知された画素数に応じて同画素数が多いときに強調度を大きくしてエッジ強調する構成としてある。

【0029】

すなわち、必ずしも実体のある装置に限らず、その方法としても有効であることに相違はない。

【0030】

ところで、このような画像処理装置は単独で存在する場合もあるし、ある機器に組み込まれた状態で利用されることもあるなど、発明の思想としてはこれに限らず、各種の態様を含むものである。従って、ソフトウェアであったりハードウェアであったりするなど、適宜、変更可能である。

【0031】

その一例として、入力される画像データに基づいて印刷インクに対応した画像データに変換し、所定のカラープリンタに印刷せしめるプリンタドライバにおいても、所定のマトリクス状の画像データに対して画像データの画像の大きさを検知し、同検知された画像の大きさが大きいときに強調度を大きくするとともに大きくない場合には強調度を小さくしてエッジ強調するように画像データを変換する構成とすることができる。

【0032】

すなわち、プリンタドライバは印刷インクに対応して入力された画像データを変換するが、このときに同入力画像データの画像の大きさを検知し、同検知された画像の大きさが大きいときに強調度を大きくするし、小さいときには強調度を小さくし、かかる強調度で画像データのエッジを強調し、印刷させる。

【0033】

発明の思想の具現化例として画像処理装置のソフトウェアとなる場合には、かかるソフト

ウェアを記録した記録媒体上においても当然に存在し、利用されるといわざるをえない。その一例として、請求項12にかかる発明は、複数の画素からなる画像の画像データを入力してエッジ強調処理を行う画像処理プログラムを記録した媒体であって、同画像データの画素数を検知し、同検知された画素数に応じて同画素数が多いときに強調度を大きくしてエッジ強調する構成としてある。

【0034】

むしろ、その記録媒体は、磁気記録媒体であってもよいし光磁気記録媒体であってもよいし、今後開発されるいかなる記録媒体においても全く同様に考えることができる。また、一次複製品、二次複製品などの複製段階については全く問う余地無く同等である。

【0035】

さらに、一部がソフトウェアであって、一部がハードウェアで実現されている場合においても発明の思想において全く異なるものではなく、一部を記録媒体上に記憶しておいて必要に応じて適宜読み込まれるような形態のものとしてあってもよい。さらには、カラーファクシミリ機、カラーコピー機、カラースキャナやデジタルカメラ、デジタルビデオなどに内蔵する画像処理装置においても適用可能であることはいうまでもない。

【0036】

【発明の効果】

以上説明したように本発明は、エッジ強調処理の効果の表れやすさに対応する画素数を基準とすることにより、画像データに最適なエッジ強調処理の強調度を自動的に設定して変換することが可能な画像処理装置を提供することができる。

【0037】

また、請求項2にかかる発明によれば、エッジ強調処理における係数を変更することによりエッジ強調度を容易に変更することができる。

【0038】

さらに、請求項3にかかる発明によれば、汎用的なアンシャープマスクを利用することにより、演算などが容易となる。

【0039】

さらに、請求項4にかかる発明によれば、アンシャープマスクの実質的な大きさを変更することにより、エッジ強調度を容易に変更することができる。

【0040】

さらに、請求項5にかかる発明によれば、低数値マスク部分の演算を省略することにより演算量を極めて低減させることができるようになる。

【0041】

さらに、請求項6にかかる発明によれば、エッジ部分である画素同士で画像データの差が大きい場合にだけ演算するようにしているため、非エッジ部分での演算をなくして処理量を低減させることができるようになるし、さらに、請求項7にかかる発明によれば、所定方向の画素とだけ比較するようにしてさらに演算量を低減させることができる。

【0042】

さらに、請求項8にかかる発明によれば、輝度に対応する値でエッジ強調のための演算を行うようにしているため、演算を単純化して処理量を低減させることができ、また、その際に請求項9にかかる発明によれば、成分値の重み付け加算値で輝度を表すので演算量が低減できるし、さらに、請求項10にかかる発明によれば、大なる貢献割合をもつ成分値で輝度を代表するので輝度を求める演算が必要なくなる。

【0043】

そして、請求項11にかかる発明によれば、エッジ強調処理の効果の表れやすさに対応する画素数を基準とすることにより、画像データに最適なエッジ強調処理の強調度を自動的に設定して変換することが可能な画像処理方法を提供することができ、請求項12にかかる発明によれば、同様にして画像データに最適なエッジ強調処理の強調度を自動的に設定して変換することが可能な画像処理プログラムを記録した媒体を提供することができる。

【 0 0 4 4 】

【 発 明 の 実 施 の 形 態 】

以下、図面にもとづいて本発明の実施形態を説明する。

【 0 0 4 5 】

図 1 は、本発明の一実施形態にかかる画像処理装置の具体的ハードウェア構成例をブロック図により示している。

【 0 0 4 6 】

同図において、画像入力装置 1 0 としてスキャナ 1 1 やデジタルスチルカメラ 1 2 が備えられ、エッジ強調を含む画像処理の中心的な役割を果たす画像処理装置 2 0 としてコンピュータ本体 2 1 とハードディスク 2 2 が備えられ、画像処理された画像を表示する画像出力装置 3 0 としてプリンタ 3 1 やディスプレイ 3 2 を備えている。

【 0 0 4 7 】

このコンピュータ本体 2 1 の内部で行なわれる処理を図 2 に示している。図に示すように、コンピュータ本体 2 1 内ではオペレーティングシステム 2 1 a が稼働しており、プリンタ 3 1 やディスプレイ 3 2 に対応したプリンタドライバ 2 1 b やビデオドライバ 2 1 c が組み込まれている。一方、アプリケーション 2 1 d はオペレーティングシステム 2 1 a にて処理の実行を制御され、必要に応じてプリンタドライバ 2 1 b やビデオドライバ 2 1 c と連携して所定の画像処理を実行する。なお、コンピュータ 2 1 は R A M などを使用しながら、内部の R O M やハードディスク 2 2 に保存されているそれぞれのプログラムを実行していく。また、このような画像処理などのプログラムは、C D - R O M、フロッピーディスク、M O などの各種の記録媒体を介して供給される他、モデムなどによって公衆通信回線を介して外部のネットワークに接続し、ソフトウェアやデータをダウンロードして導入することも行われている。

【 0 0 4 8 】

本実施形態においては、画像入力装置 1 0 としてのスキャナ 1 1 やデジタルスチルカメラ 1 2 が画像データとして R G B (緑、青、赤) の階調データを出力するものとともに、画像出力装置 3 0 としてのプリンタ 3 1 は階調表色データとして C M Y (シアン、マゼンダ、イエロー) あるいはこれに黒を加えた C M Y K の二値データを入力として必要とするし、ディスプレイ 3 2 はその R G B の階調データを入力として必要とする。従って、画像処理装置 2 0 としてのこのコンピュータ本体 2 1 の具体的役割は、R G B の階調データを入力して必要なエッジ強調処理を施した R G B の階調データを作成し、ディスプレイ 3 2 であればビデオドライバ 2 1 c を介して表示させるし、プリンタ 3 1 に対してはプリンタドライバ 2 1 b を介して C M Y の二値データに変換して印刷させる。

【 0 0 4 9 】

本実施形態における主要な画像処理であるエッジ強調処理では、コンピュータ本体 2 1 内で入力される画像に対してアプリケーション 2 1 d が自動的に最適な強調を行い、ビデオドライバ 2 1 c を介してディスプレイ 3 2 に表示せしめ、確認後にプリンタドライバ 2 1 b を介してプリンタ 3 1 にて印刷させるという処理を行う。

【 0 0 5 0 】

本実施形態においては、画像の入出力装置の間にコンピュータシステムを組み込んで画像処理を行うようにしているが、必ずしもかかるコンピュータシステムを必要とする訳ではなく、画像データに対してエッジ強調処理を行うシステムであればよく、例えば、図 3 に示すようにデジタルスチルカメラ 1 2 a 内にエッジ強調する意味での画像処理装置を組み込み、変換した画像データを用いてディスプレイ 3 2 a に表示させたりプリンタ 3 1 a に印字させるようなシステムであっても良い。また、図 4 に示すように、コンピュータシステムを介することなく画像データを入力して印刷するプリンタ 3 1 b においては、スキャナ 1 1 b やデジタルスチルカメラ 1 2 b あるいはモデム 1 3 b 等を介して入力される画像データを自動的にエッジ強調するように構成することも可能である。

【 0 0 5 1 】

エッジ強調処理は、具体的には上記コンピュータ本体 2 1 内にて図 5 に示すフローチャー

トに対応した画像処理プログラムにて行っている。なお、これに先だってアプリケーション 2 1 d はオペレーティングシステム 2 1 a を介してスキャナ 1 1 に写真画像の読み込み指示を出しており、同スキャナ 1 1 よりドットマトリクス状の画像データが読み込まれているものとする。

【 0 0 5 2 】

ステップ S 1 0 2 では、入力画像の画素数を検知する。ここでは、画像データの縦横の画素数で画像の大きさを判断するものとし、アプリケーション 2 1 d は内部に読み込んでいる画像データの画素数を検知する。この意味で本ステップ S 1 0 2 は本実施形態における画像面積検知手段を構成する。むろん、画素数の検知は画像の大きさを意味するものであり、ドット密度も考慮する。なお、以下においては、単に画素数といったときに画像の大きさを踏まえた広義の意味での画素数を意味するものとする。

【 0 0 5 3 】

ここでドット密度はアプリケーション 2 1 d がスキャナ 1 1 に読み込みを指示する際にその読み取り密度から判断している。また、オペレーティングシステム 2 1 a を介して画像ファイルから読み込む場合には同画像ファイルに基づいて判断することもできる。特に、オペレーティングシステム 2 1 a がその解像度、および画素数を把握している場合には当該オペレーティングシステム 2 1 a を介して上述した広義の画素数を検知するようにしても良い。また、アプリケーション 2 1 d が画像の拡大及び縮小を行うような場合には本来の画素数に対してこの拡大率及び縮小率をも考慮して広義の画素数を求める。

【 0 0 5 4 】

むろん、このようなコンピュータシステムを含まない画像処理においては、画像データのヘッダ部分を参照して画像情報を得て、その画像情報から画像の大きさを検知するようにしても良い。

【 0 0 5 5 】

画素数が検知されたらステップ S 1 0 4 では、エッジ強調度を決定する。エッジ強調度はエッジ強調の手法に大きく依存するため、まず、本実施形態におけるエッジ強調の手法について説明する。本実施形態においては、図 6 ~ 図 8 に示すアンシャープマスク 4 0 (4 1 ~ 4 3) を使用する。このアンシャープマスク 4 0 は、中央の「 1 0 0 」の値をマトリクス状の画像データにおける注目画素 P_{ij} の重み付けとし、その周縁画素に対して同マスクの升目における数値に対応した重み付けとして積算するのに利用され、今、図 7 に示すアンシャープマスク 4 2 を利用するのであれば、(1) 式に基づいて積算する。

【 0 0 5 6 】

【 数 1 】

$$P'_{ij} = (1/632) \sum_{ij} (M_{ij} \times P_{ij}) \quad \dots (1)$$

【 0 0 5 7 】

(1) 式において、「 6 3 2 」とは重み付け係数の合計値であり、むろんサイズの異なる三つのアンシャープマスク 4 1 ~ 4 3 においては、それぞれ「 3 9 6 」、「 6 3 2 」、「 2 5 1 6 」というような値となる。また、 M_{ij} はアンシャープマスクの升目に記載されている重み係数であり、 P_{ij} は各画素の画像データである。なお、 ij については異なる縦横サイズの三つのアンシャープマスク 4 1 ~ 4 3 に対して縦列と横列の座標値で示している。

【 0 0 5 8 】

エッジ強調後の画像データを Q_{ij} とすると、エッジ強調演算は (2) 式に基づいて演算される。

【 0 0 5 9 】

$$Q_{ij} = P_{ij} + C \times \{ P_{ij} - P'_{ij} \} \quad \dots (2)$$

(2) 式の意味するところは次のようになる。 P'_{ij} は注目画素に対して周縁画素の重

み付けを低くして加算したものであるから、いわゆる「なまった（アンシャープ）」画像データとしていることになる。このようにしてなませたものはいわゆるローパスフィルタをかけたものと同様の意味あいを持つ。従って、「 $P_{ij} - P'_{ij}$ 」とは本来の全成分から低周波成分を引いたことになってハイパスフィルタをかけたものと同様の意味あいを持つ。そして、ハイパスフィルタを通過したこの高周波成分に対してエッジ強調係数 C を乗算して「 P_{ij} 」に加えれば同エッジ強調係数に比例して高周波成分を増したことになり、エッジが強調される結果となる。

【0060】

この意味からも、まずエッジ強調度は、エッジ強調係数 C によって変更可能となる。従って、画素数が大きければエッジ強調係数 C を大きくするし、画素数が小さければエッジ強調係数 C を小さくする。いま、画像の幅と高さが $width \times height$ であるときに、 $ratio$ を (3) で表すとする。

【0061】

$$ratio = \min(width, height) / 640 + 1 \quad \dots (3)$$

ここにおいて $\min(width, height)$ は幅と高さのいずれか小さい方である。そして、得られた $ratio$ について、次のようにエッジ強調係数 C を決定した。

【0062】

$$\begin{aligned} ratio < 1 & \quad \text{なら} \quad C = 1 \\ 1 < ratio < 3 & \quad \text{なら} \quad C = 2 \\ 3 < ratio & \quad \text{なら} \quad C = 3 \end{aligned}$$

すなわち、短い方の画素が 640 画素未満であればエッジ強調係数 C は「1」、640 画素以上で 1920 画素未満であればエッジ強調係数 C は「2」、1920 画素以上であればエッジ強調係数 C を「3」としている。本実施形態においては、このようにエッジ強調係数を設定しているが、上述したようにドット密度によって変更するようにしても良い。なお、この対応はプログラムとともにハードディスク 22 に記録されており、アプリケーション 21d の起動時に同時に読み込まれている。

【0063】

一方、エッジ強調度は、アンシャープマスクの大きさによっても変化する。縦横の升目数の異なる三つのアンシャープマスク 41 ~ 43 であれば、大きなマスクほど注目画素の近隣の画素に対する重み付けが大きく、遠くの画素にいたるまでの距離の中で徐々に重み付けが減っていつている。これは言い換えればよりローパスフィルタとしての性格が強くなり、(2) 式に従って高周波成分を生成しやすくなるからである。

【0064】

従って、画素数が大きければ大きなサイズのアンシャープマスク 43 を利用すればよいし、画素数が小さければ小さなサイズのアンシャープマスク 41 を利用すればよいし、中間的な画素数であれば中間サイズのアンシャープマスク 42 を利用すればよくなる。本実施形態においては、エッジ強調係数 C が「1」~「3」の範囲で変化するのに合わせてそれぞれアンシャープマスク 41 ~ 43 を採用するものとする。むろん、いずれのサイズのアンシャープマスク 40 を利用するかの対応についてはエッジ強調係数 C の場合と同様、プログラムとともにハードディスク 22 に記録されており、アプリケーション 21d の起動時に同時に読み込んでいる。また、選択したサイズのアンシャープマスク 40 はこの時点でハードディスク 22 から読み込む。

【0065】

なお、本実施形態においては、エッジ強調係数 C とアンシャープマスク 40 の両方を変更するようにしているが、いずれか一方だけでエッジの強調度を変更しても良いことはいうまでもない。

【0066】

アンシャープマスク 40 は図からも明らかなように、中央部にて最も重み付けが大きく、周縁に向かうにつれて徐々に重み付けの数値が小さくなっている。この変化具合は必ずしも固定的なものではなく、適宜変更可能である。むろん、その名称の如何も問わないし、

サイズについても例示的なものにすぎず、「6×6」の升目数であっても良いし、「8×8」の升目数であっても良い。

【0067】

エッジ強調の処理は、マトリクス状の画像データにおける各画素についてかかるアンシャープマスク40を利用して(1)式に基づく P'_{ij} を演算するとともに、(2)式に基づいてエッジ強調後の画像データ Q_{ij} を算出していく処理に相当する。ステップS106～ステップS112では各画素についてこのエッジ強調処理を繰り返すループ処理を表しており、ループ処理内のステップS110で図9に示すようにして水平方向及び垂直方向へ順次注目画素を移動させ、ステップS112で最終画素と判断されるまで繰り返すようになっている。

【0068】

なお、上述したようにステップS104にてエッジ処理の強調度を決定し、ステップS106～ステップS112にて実際のエッジ強調の演算を実行するため、ステップS104～ステップS112がエッジ強調手段を構成する。

【0069】

ここにおいて、本実施形態においては、演算処理量を低減させるために次のような改良を行っている。

【0070】

(1)式の演算は、注目画素の周囲の画素に対して、採用するアンシャープマスク40の升目数だけ乗算演算と加算演算が必要になり、処理量としては多大になる。一方、エッジ強調が必要になる状況を考えていわゆる画像のエッジ部分であるから、隣接する画素同士の間で画像データが大きく異なる場所に限られる。このような状況から隣接する画素との間で画像データの差が大きな場合に演算すれば足りるといえる。

【0071】

これを具体化するため、ステップS106では隣接する画素同士の間で画像データの比較を行い、差が大きい場合にのみステップS108におけるアンシャープマスクの演算を行うようにしている。このようにすれば、殆どのエッジ部分でない画像データ部分でアンシャープマスクの演算を行う必要がなくなり、処理が激減する。

【0072】

ただし、アンシャープマスクの演算が経るものの、各画素について周縁画素の画像データとの比較を行わなければならない点で別の処理が必要となる。ここにおいて、図10に示すように、本来の注目画素に対応してその周縁には八つの画素があるので、八回の比較が必要となる。しかし、例えば図の中央の注目画素と「5」の升目の画素とを比較する場合、実は、その前に注目画素が同「5」の升目であったときに「1」の升目の画素との比較で一度行われていることが分かる。少なくとも隣接する画素同士の比較が一度だけ行われるようにしておくだけでも十分とすれば、互いに反対方向となる組み合わせである「1」と「5」、「2」と「6」、「3」と「7」、「4」と「8」についてはどちらか一方だけでも十分といえる。すなわち、必ずしも全方向において比較を行う必要はなく、少なくとも上記組み合わせの四つの方向について比較を行えばよい。そして、本実施形態においては、これらの四回の比較のうち、一つでもしきい値よりも大きな差が生じたらエッジ部分と判断するようにした。

【0073】

また、さらに処理を低減させるならば、例えば、「1」と「5」のいずれかと「3」と「7」のいずれかの方向の組み合わせとしたとしても、斜め方向の画素同士の比較は行わないものの上下左右の画素同士を比較することになり、エッジの検出は可能である。また、「2」と「6」と「4」と「8」とのいずれかの方向については少なくとも上下方向と左右方向についてエッジの検出ができる。従って、「1」と「5」と「3」と「7」のいずれかだけでなければ概ねエッジの検出は可能である。

【0074】

次に、適当なサイズのアンシャープマスク40を選択した場合に必ずしも全ての升目につ

いての演算が必要ともいえない。図7に示す「7×7」のアンシャープマスク42において最外周の昇目の重み付けは「0」あるいは「1」であり、「0」については重み付けの乗算が無意味であるし、「1」の重み付けは昇目の全合計値の「632」と比較すれば非常にわずかな重みしか持たないといえる。

【0075】

このような状況から本実施形態においては、「7×7」のアンシャープマスク42の代わりに、図11に示す「5×5」のアンシャープマスク44を使用している。同図に示すアンシャープマスク44は「7×7」のアンシャープマスク42の最外周を省略したものであり、内側の「5×5」のマスク部分で重み付けは一致している。むしろ、同様のことは図8に示す「13×13」のアンシャープマスク43の最外周を省略するものとしても同様の効果が得られる。

【0076】

これらの場合において、具体的な処理量は次のようになる。「7×7」のアンシャープマスク42の場合は、注目画素の回りに「48 (= 7×7 - 1)」個の画素があり、これだけの乗算と加算が必要である。しかしながら、実質的に同じ演算結果となる「5×5」のアンシャープマスク44においては「24 (= 5×5 - 1)」回の演算となり、演算量は半減する。「13×13」のアンシャープマスク43の場合は「168 (= 13×13 - 1)」回から「120 (= 11×11 - 1)」回へと減少する。

【0077】

さらに、本実施形態においてはもう一点、次のようにして演算量を低減させている。RGBの階調データを対象とする場合、それぞれの成分値は各色成分の輝度（明度）に対応している。従って、(2)式の演算も本来はRGBの各階調データに対して個別に行わなければならない。しかるに、アンシャープマスク40の昇目の数だけの乗算と加算とを繰り返すとこのような各成分ごとの個別の演算では演算量が多いと言わざるを得ない。

【0078】

一方、かかるエッジ強調は色相を保持して輝度を変えることによって実施可能なものともいえる。従って、RGBの各成分値に対して演算するのではなく、輝度を求めて演算すれば処理量が低減するといえる。ただ、RGBの表色空間の画像データから正確な輝度を求めるとすればいわゆる色変換を行わなければならない。このため、本実施形態においては、カラーテレビジョンの例にならって、輝度Yを(4)式に示すように、RGBの階調データの単純な重み付け加算で変換している。

【0079】

$$Y = 0.30R + 0.59G + 0.11B \quad \dots (4)$$

このようにして輝度Yを求めるとすると、(1)式と(2)式は(5)式と(6)式のよう書き換えられる。

【0080】

【数2】

$$Y'_{ij} = (1/632) \sum_{ij} (M_{ij} \times Y_{ij}) \quad \dots (5)$$

【0081】

$$Y''_{ij} = Y_{ij} + C \times \{ Y_{ij} - Y'_{ij} \} \quad \dots (6)$$

さらに、 $Y_{ij} - Y'_{ij}$ を(7)式のように置き換えれば、

$$\text{delta} = \{ Y_{ij} - Y'_{ij} \} \times C \quad \dots (7)$$

変換後のR'G'B'は(8)式のように演算可能となる。

【0082】

$$R' = R + \text{delta}$$

$$G' = G + \text{delta}$$

$$B' = B + \text{delta} \quad \dots (8)$$

このようにすれば乗算と加算は $1/3$ となるので、全体の処理時間としても $50 \sim 70\%$ 程度の減少が可能となる。また、変換結果は色ノイズの強調がなくなり、画質が向上した。なお、輝度 Y を求めるときに必ずしも (4) 式のように厳格な重み付けを行う必要もない。例えば、(9) 式のように単純な平均値でもさほど大きな誤差はでない。

【0083】

$$Y = (R + G + B) / 3 \quad \dots (9)$$

さらに簡易にするならば、(4) 式において最も輝度 Y に対する貢献値の大きい G 成分だけで輝度 Y とみなしてしまっても必ずしも大きな誤差は出ない。

【0084】

次に、上記構成からなる本実施形態の動作を順を追って説明する。

【0085】

写真画像をスキャナ 11 で読み込み、プリンタ 31 にて印刷する場合を想定する。すると、まず、コンピュータ本体 21 にてオペレーティングシステム 21a が稼働しているもとで、アプリケーション 21d を起動させ、スキャナ 11 に対して写真の読み取りを開始させる。読み取られた画像データが同オペレーティングシステム 21a を介してアプリケーション 21d に取り込まれたら、まず、ステップ S102 にて画素数を検知する。本実施形態においては、縦横の画素数のうちいずれか少ない方の画素数から (3) 式に基づいて $ratio$ を算出し、算出された $ratio$ の所属範囲からエッジ強調係数 C を求める。また、このエッジ強調係数 C に対応させてアンシャープマスク 41 ~ 43 についても選択する。

【0086】

次に、各画素の画像データについて実際のエッジ強調処理を実行するが、ステップ S106 では注目画素と周縁の画素のうち、図 10 に示す「1」～「4」の四方向の画素との間で画像データを比較する。そして、いずれか一つでも所定のしきい値（例えば、「20」）以上の差がある場合にのみ、ステップ S108 にてアンシャープマスクで強調演算を実行する。この場合にも、本来の「 7×7 」のアンシャープマスク 42 を利用するのではなく最外周を省略した「 5×5 」のアンシャープマスク 44 を利用するし、実際の演算は (4) の輝度 Y を利用して実行することにより演算量が低減する。

【0087】

そして、一画素ごとにステップ S110 にて注目画素を順次移動させていき、ステップ S112 にて最終画素と判断されたらこのエッジ強調処理を終了する。

【0088】

この後、エッジ強調された画像データをビデオドライバ 21c を介してディスプレイ 32 に表示し、良好であればプリンタドライバ 21b を介してプリンタ 31 にて印刷させる。すなわち、同プリンタドライバ 21b はエッジ強調された RGB の階調データを入力し、所定の解像度変換を経てプリンタ 31 の印字ヘッド領域に対応したラスタライズを行なうとともに、ラスタライズデータを RGB から CMYK へ色変換し、その後で CMYK の階調データから二値データへ変換してプリンタ 31 へ出力する。

【0089】

以上の処理により、スキャナ 11 を介して読み込まれた写真の画像データは自動的に最適なエッジ強調を施されてディスプレイ 32 に表示された後、プリンタ 31 にて印刷される。

【0090】

このように、画像処理の中枢をなすコンピュータ本体 21 はステップ S102 にて入力画像データの画素数を検知し、この検知された画素数に基づいてステップ S104 にてエッジ強調係数 C とエッジ強調処理に利用するアンシャープマスク 40 の大きさを自動的に決定し、ステップ S108 ではこれらを利用して最適なエッジ強調処理を実行する。また、エッジ強調処理をするにあたってはその演算量を減らすため、ステップ S106 にて隣接する画素間で画像データの差が大きいものだけに限定するし、実際の演算においても RGB の成分値で個別に演算するのではなく、輝度値から RGB の成分値に対する増減値を求

めて演算し、全体の演算処理量を極めて低減させることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態にかかる画像処理装置の具体的ハードウェア構成例のブロック図である。

【図2】コンピュータの内部で行なわれる処理を示すブロック図である。

【図3】本発明の画像処理装置の他の適用例を示す概略ブロック図である。

【図4】本発明の画像処理装置の他の適用例を示す概略ブロック図である。

【図5】本発明の画像処理装置におけるエッジ強調処理を示すフローチャートである。

【図6】最小サイズのアンシャープマスクを示す図である。

【図7】中サイズのアンシャープマスクを示す図である。

【図8】最大サイズのアンシャープマスクを示す図である。

【図9】画像データに対して注目画素を移動させていく順序を示す図である。

【図10】画像データにおいて隣接画素との比較方向を示す図である。

【図11】中サイズのアンシャープマスクの改良版を示す図である。

【符号の説明】

10 ... 画像入力装置

20 ... 画像処理装置

21 ... コンピュータ本体

30 ... 画像出力装置

40 (41 ~ 44) ... アンシャープマスク