

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4783006号  
(P4783006)

(45) 発行日 平成23年9月28日 (2011.9.28)

(24) 登録日 平成23年7月15日 (2011.7.15)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 5/00 (2006.01)

G 0 6 T 1/00 (2006.01)

A 6 1 B 5/055 (2006.01)

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

A 6 1 B 5/00 G

G 0 6 T 1/00 2 9 0 A

G 0 6 T 1/00 5 0 0 A

A 6 1 B 5/05 3 8 0

A 6 1 B 8/00

請求項の数 5 外国語出願 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2004-342624 (P2004-342624)  
 (22) 出願日 平成16年11月26日 (2004.11.26)  
 (65) 公開番号 特開2005-193008 (P2005-193008A)  
 (43) 公開日 平成17年7月21日 (2005.7.21)  
 審査請求日 平成19年11月22日 (2007.11.22)  
 (31) 優先権主張番号 10/723, 189  
 (32) 優先日 平成15年11月26日 (2003.11.26)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

前置審査

(73) 特許権者 300019238  
 ジーイー・メディカル・システムズ・グロ  
 ーバル・テクノロジー・カンパニー・エル  
 エルシー  
 アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・53  
 188・ワウケシャ・ノース・グランドヴ  
 ユー・ブルバード・ダブリュー・710  
 ・3000  
 (74) 代理人 100137545  
 弁理士 荒川 聡志  
 (74) 代理人 100105588  
 弁理士 小倉 博  
 (74) 代理人 100129779  
 弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 領域分割ベースの画像操作の方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像データを処理する方法であって、

第1及び第2の閾値 (T1, T2) を設定する閾値設定工程と、

前記画像データの構造に対応する第1の特徴を示す第1グループのピクセル (38) を識別する第1識別工程と、

前記画像データの非構造に対応する第2の特徴を示す第2グループのピクセル (40) を識別する第2識別工程と、

前記第1及び第2の特徴を示す第3グループのピクセル (36) を識別する第3識別工程と、

少なくとも第1の処理に従って前記第1グループのピクセル (38) を処理する第1処理工程 (42) と、

少なくとも第2の処理に従って前記第2グループのピクセル (40) を処理する第2処理工程 (44) と、

少なくとも第1及び第2の処理に従って前記第3グループのピクセル (36) を処理する第3処理工程 (42、44) と、

前記第1の処理による前記第3グループのピクセル (36) に対する処理 (42) の結果値を、前記第3グループのピクセル (36) に対する前記第2の処理による処理 (44) の結果値と混合する混合工程 (46) と、

前記混合された結果値を、前記第1及び第2グループのピクセル (38、40) に対する

前記第 1 の処理と第 2 の処理の夫々の結果値と組み合わせる工程 ( 4 8 )、  
とを含み、

前記第 1 識別工程では、前記第 1 グループのピクセルの ( 3 8 ) は、前記第 1 の閾値 ( T 1 ) を上回る値を有するものとして識別され、前記第 2 識別工程では、前記第 2 グループのピクセル ( 4 0 ) は、前記第 2 の閾値 ( T 2 ) を下回る値を有するものとして識別され、前記第 3 識別工程では、前記第 3 グループのピクセル ( 3 6 ) は、前記第 1 及び第 2 の閾値 ( T 1 , T 2 ) の中間の値を有するものとして識別されることを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記第 1 及び第 2 の閾値が勾配閾値であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記混合工程において、前記第 1 の閾値 ( T 1 ) 及び第 2 の閾値 ( T 2 ) に対する各ピクセル値の相対近接度に応じた重み ( i ) に基づいて、前記混合が実行される請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

画像データを処理するシステム ( 1 0 ) であって、

画像データ ( 3 4 ) を格納するデータ記憶媒体 ( 2 4 ) と、

前記記憶媒体 ( 2 4 ) の前記画像データ ( 3 4 ) にアクセスし、ピクセルを表す前記画像データを分離し統合する処理回路 ( 2 6 ) であって、

( i ) 前記画像データを、構造に対応する特徴を示す第 1 の閾値 ( T 1 ) を上回る値を有する第 1 グループのピクセル ( 3 8 ) と、非構造に対応する特徴を示す第 2 の閾値 ( T 2 ) を下回る値を有する第 2 グループのピクセル ( 4 0 ) と、構造と非構造の両方に重複して特徴を示す前記第 1 及び第 2 の閾値 ( T 1 , T 2 ) の中間の値を有する第 3 グループのピクセル ( 3 6 ) に分離し、

( i i ) 第 1 及び第 2 の処理のそれぞれに従って前記第 1 及び第 2 グループのピクセル ( 3 8 、 4 0 ) を処理し ( 4 2 、 4 4 ) て夫々、第 1 と第 2 の処理結果を得、前記第 1 及び第 2 の処理の両方に従って前記第 3 グループのピクセル ( 3 6 ) を処理し ( 4 2 、 4 4 ) て第 3 の処理結果を得、

( i i i ) 前記第 1 乃至第 3 の処理結果を組み合わせ ( 4 8 ) て、処理された出力画像データを取得するように構成された処理回路 ( 2 6 ) と、  
を備えるシステム。

【請求項 5】

前記第 1 と第 2 の夫々の処理と、前記第 1 と第 2 の両方の処理とを構成するオペレータ・ワークステーション ( 2 2 ) であって、このオペレータ・ワークステーション ( 2 2 ) 上に、前記処理された出力画像データを表示して観察することを特徴とする請求項 4 に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、一般に、画像処理及び画像領域分割の分野に関する。より具体的には、本発明は、より柔軟な画像データ処理を可能にし、処理された画像をより明瞭で、直観的で、有用とする画像データ処理法に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

デジタル画像処理には、多くの用途及び周囲環境がある。実施例として、多くの画像が、医療診断関連において特定のイメージング診断装置又は診断装置の組合せを用いて生成される。これらには、磁気共鳴イメージング ( M R I ) システム、コンピュータ断層 ( C T ) イメージング・システム、陽電子放射断層 ( P E T ) イメージング・システム、超音波イメージング・システム、トモシンセシス・システム、X 線システムなどの診断装置が含まれる。これら及び他の診断装置及び機器は、部品及び部分検査、品質管理、及びより一般的には、任意のデジタル・イメージング処理の製造においてなどの他の環境で用いら

10

20

30

40

50

れる。

#### 【0003】

デジタル画像データは、一般に、多くの方法で収集及び処理され、有用な画像の再構成に適切なデータを形成する。画像は、観察の際に合成画像を形成する離散的な画像素子、すなわちピクセルのアレイからなる。画素化したデータは、データの特性、データ生成に用いられる収集システムのタイプ、再構成された画像で見ることができる対象物、及びより一般的には再構成された画像の使用目的に応じて、様々な方法で処理することができる。かかる広範な処理技法は公知であり、現在イメージング分野全体で使用されている。しかしながら、かかる従来の処理技法は欠点がないわけではない。

#### 【0004】

例えば、多くのイメージング技法は、画像データの分析及び画像データの分類決定によって形成された様々な形式のマスク又はマップを利用する。一般的に使用されるマップの1つのタイプは、画像データを例えば構造と非構造に分割する。このように分割されると、画像処理では、特定のマスクに対応する1つのデータ集合が1つの方法で処理され、通常、第1のマスクのデータを除いた別のデータ集合が異なる方法で処理されることが一般的である。これは特に、画像を構造と非構造に分割する画像処理に当てはまる。しかしながら、データのかかるマスクング及び処理は多くの形態をとり、処理データから再構成された画像を増強するために同じデータに対して何度も実行する場合がある。

#### 【0005】

構造又は非構造を表すように個々のピクセルを分類するなどの、タイプによる画像データの細分割及び分析の実施は、特定のタイプの画像処理に非常に効果的であり、注意深い分析、及び医療関連において診断及び治療のために用いることができる優れた結果をもたらす。しかしながら、より微妙な画像すなわちかかる分類が幾分不明瞭な画像では、細分割は、画像データの一部を意図しない強調又はデエンファサイズを生じる可能性があり、これは、コントラストの欠落及び詳細部の損失などに起因するような、分析が幾分困難な再構成画像を実際にもたらす。

【特許文献1】米国特許出願公開第2002/0093686号

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

現在では、複数の画像処理動作を組み合わせることで、アーチファクト又はある動作モードから別の動作モードへの急な変化を生成するといった視覚化を損なうどのような傾向をも低減することなどのシームレスな方法で構造及び非構造に対して実行する、複数の画像処理動作を組み合わせることが必要である。この問題の1つの解決法は、空間距離に基づいてある動作を別の動作と混合することにより、ある動作から別の動作へ空間的に遷移させることである。この方法は、遷移関連のアーチファクトに対処するものであるが、構造と非構造の間のような画像データの領域分割における誤差は補正しない。同様に、かかる誤差は、画像の視覚化に多くの望ましくない結果を生じる原因となる。構造の場合、偽構造を増強させる結果となる場合があり、或いは逆に、構造が認識されるべきコントラストの損失を招く可能性がある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0007】

本発明は、かかる必要性に応えるように設計された画像処理の新規な技法を提供する。当該技法は、本明細書ではFUSIONと呼ばれることもある、「ファジーな」すなわち柔軟性のある領域分割ベースの画像動作に基づいている。本技法は、1つ又は複数のマスク又はマップを生成するための画像データの分析に基づく。しかしながら、従来の技法とは異なり、マスク処理され、又はマッピングされたデータは厳密に別個には処理されず、かかるマスクングの少なくとも2つの閾値が作成及び使用され、結果として画像データを2つより多い複数の領域に再分割する。本実施においては、かかる2つの閾値が使用され、異なる特徴により分類されたある特徴的データによってより明確に分類されたデータと

10

20

30

40

50

、明確には第１の特徴でも第２の特徴でもないデータとをもちあわす。後者のデータ集合は、第１の特徴及び第２の特徴のグループの両方の構成として扱われる。分類には任意の適正な関数を使用することができ、線形関数及び非線形関数が現在企図される。次に、更なる処理は、任意の従来技法に従って実行されるが、この処理は重複する分類データを第１グループ及び第２グループ双方の構成として扱う。後続の処理は、再構成を可能とするような画像データの混合を含むことができる。混合自体もまた、重複する分類データが、一方又は他方の特徴のいずれかに対する傾向の程度に応じて決定されることができる。

【０００８】

本発明は、かかる技法を実施するように設計された方法、システム、及びコンピュータ・プログラムを企図するものである。

【発明を実施するための最良の形態】

【０００９】

次に、図面に関して、最初に図１を参照すると、イメージング・システム１０が、一般に被検体１４の画像データを生成する撮像装置１２を含むものとして示されている。人は被検体１４として一般に示されるが、任意の適正な被検体を撮像できることは留意されたい。本明細書において、例えば、被検体は、人間又は動物、生物又は製造部品などの無生物、自然発生対象物などとすることができる。実際、イメージング・システム１０は、幾つかのイメージング物理的特性に基づくデジタル画像データを生成する任意の適正な形式のシステムとすることができる。医用イメージング関連において、他の場合同様、かかるイメージング・システムは、他の多くのイメージング診断装置の中でも、ＭＲＩシステム、ＰＥＴシステム、ＣＴシステム、トモシンセシス・システム、Ｘ線システム、超音波システムを含むことができる。システムはまた、任意の適正な帯域幅又は周波数の受信放射線に基づいてデジタル画像データを生成する、従来の写真イメージング・システムも含むことができる。

【００１０】

図１の概略図において、イメージング・システムは、撮像装置制御回路１６及び画像データ収集回路１８に結合された撮像装置１２を含む。システムの診断装置及び物理的特性に応じて、撮像装置は通常、Ｘ線、ＣＴ、トモシンセシス、及び他のシステムと同様に、幾つかの種類の放射線のいずれかを照射することになる。ＭＲＩシステムなどの他の有効なイメージング・システムは、制御された磁場が存在下で高周波パルスの発生などにより、励起によって被検体に影響を及ぼす。しかしながら、これら全ての状況において、撮像装置は、撮像装置制御回路１６によりその動作が調整される。かかる制御回路は、適正な任意の形式をとることができ、通常は、撮像装置を作動し、放射線又は他の信号を受け取り、イメージングに必要な任意の励起信号又は放射線を生成するなどのための回路を含む。次いで、画像収集回路１８は、撮像装置によって受信されたデータを受け取って、最初に処理する。かかる最初の処理は、アナログ信号のデジタル信号への変換、アナログ又はデジタル信号のフィルタ処理、スケーリング又はダイナミック・レンジ調整、及びこれに類するものを含むことができる。

【００１１】

画像制御回路１６及び画像データ収集回路１８は一般に、ある種類のシステム制御回路２０によって調整される。ここでもまた、イメージング・システムの特性及び含まれる物理的特性に応じて、システム制御回路は、適正な信号を撮像装置制御回路１６と交換することによりイメージングシーケンスを開始することができる。また、システム制御回路２０は、未処理又は前処理された画像データを画像データ収集回路１８から受け取ることができる。システム制御回路２０はまた、特により複雑なシステムにおいて、オペレータが検査又はイメージングシーケンスを選択、構成、及び印加するオペレータ・ワークステーション２２に結合することができる。未処理、部分的処理、又は完全処理のいずれかの画像データは通常、参照符号２４で示される、ある種の記憶媒体内に格納される。本明細書において、かかる記憶媒体は、システム制御回路２０、オペレータ・ワークステーション２２、又はシステム全体の他の任意の構成要素の一部とすることができる。医療診断関連

10

20

30

40

50

において、例えば、かかる記憶媒体は、磁気及び光学両方の構内接続及び遠隔接続のメモリを含むことができ、要求に応じた画像データを格納し供給するように設計された複合医用画像保管管理システム（PACS）を含むことができる。

#### 【0012】

図1において、オペレーション・ワークステーション22は、画像データ処理回路26に結合されて示されている。同様に、かかる処理回路は、実際にはシステム全体に分散され、画像データを処理して観察のため画像を再構成するように設計されたハードウェア、ファームウェア、及びソフトウェアを組み入れることができる。以下で説明される本技法に従って、画像処理回路26は、画像データに対してFUSION処理を実行し、再構成画像の有用性を更に増強するように未処理又は前処理データを操作する。画像データ処理回路26は、図1に一般に示されるようにイメージング・システムに構内接続することができ、或いは、システムから完全に遠隔接続とすることができ、後処理のため記憶媒体24からのように、画像データに簡単にアクセスすることができる。最後に図1には、適切なネットワーク接続30によりイメージング・システムに結合することができる種々の遠隔制御/処理/観察ステーション28が示されている。かかるステーションは、本明細書で説明されるように、画像データを更に観察、分析、及び処理するのに用いることができる。

10

#### 【0013】

当業者には理解されるように、多くの異なるイメージング・システム上で収集されるタイプの画像データは、一般に、様々なフィルタ処理、及び画像データによってコード化された別個の画像素子すなわちピクセルを認識し、明瞭にし、又は他の方法で操作する増強手法により処理される。各ピクセルは通常、該ピクセルの位置及び強度、又は表色系における幾つかの異なる色の強度を示すデータを含む。画像データの増強は、有用なグループ内でピクセルを認識し処理するように、各ピクセル及び隣接するピクセルの様々な特徴を数学的に計算することにより実行される。本質的に、人又は機械が特定の性質又は特徴を共有するピクセルのグループを認識可能であるときに、画像データは最も有用である。例えば、構造と非構造とは、種々のプロセスによって画像データで識別することができる。構造は、エッジ、表面、輪郭、領域、色、及び、人又は機械の観察者が観察したときに、画像をレンダリングするか、又はある種の判読を受ける他の画像特徴を表すことができる。本FUSION技法は、今まで公知の技法には存在しなかったある程度の柔軟性を分類及び処理に加えることで、かかる処理を容易にする。

20

30

#### 【0014】

図2は、参照符号32によって一般に表されるFUSION処理の例示的な段階を示す。該処理は、一般に参照符号34で示される画像データから始まる。この画像データは、上記のように、未処理の画像データ、前処理された画像データとすることができ、処理を実施する前に様々な種類の変換及び分析を行なうことができる。画像データは通常、図1を参照して示されるように記憶媒体内に格納されることになる。次に、画像データはアクセスされ、参照符号36で表されるように、画像データで画定されるピクセルの特徴を識別することによってFUSION処理が実行される。多くのかかる特徴識別処理が当業者には公知であり、且つ利用可能である。本目的において、特徴は、任意の所望の識別可能なピクセル品質とすることができ、典型的には、ピクセル強度と、画像データによって画定される隣接ピクセルの強度との関係とを分析することによって求めることができる。結果として得られた特徴識別は、マップ又はマスク38及び40を生成する。

40

#### 【0015】

マップ38及び40は、画像を表し、通常は原画像データによって画定された画像と同じ寸法であると考えることができ、ここでは各ピクセルには特徴識別を表す値が割り当てられる。例えば、互いに排他的な特徴が2つだけ識別された場合、マップは各ピクセルに0と1の値を割り当てることができる。その結果、これらのマップは通常、従来技術において互いに排他的な処理に用いられる。FUSION技術によって、マスクの各々は、図2の参照符号42及び44で処理1及び処理2を示す処理を実行するのに使用される。し

50

かしながら、以下でより完全に説明するように、従来の技法とは異なり、FUSION処理によって別個のピクセルを第1のグループ(すなわちマップ特徴)と第2のグループの両方に分類することができる。従って、特定のピクセルは、特徴1及び特徴2の双方を示すが、恐らくは程度が異なるものとして分類することができる。第1及び第2の処理又は動作が本説明で検討されるが、実際に多数のかかる分類及び処理を提供することができる点に留意されたい。従って、図2は、多数のこのような分類の可能性を開くように「処理N」を表し、そこでは、従来の公知技術では通常排他的である複数の可能な特徴を示すことによって、特定のピクセルが分類され、これに従って処理が続く。

#### 【0016】

マップ38及び40によるピクセルの処理後、FUSION技法は、段階46で、特定の重複ピクセルの混合を要求する。特定のピクセルは特徴1及び特徴2の両方を示すものとして分類されているので、これらの「重複」ピクセルには、処理1及び処理2から生じる値から実際に混合される値が割り当てられる。現在企図される実施において、この方法で混合されるのは重複ピクセルのみであるが、他の混合法を使用することができる。次に、段階48において、混合された重複ピクセルは、特徴1及び2を明瞭又は排他的に示すピクセルと組み合わせられ、出力データ集合を形成する。

#### 【0017】

次に、識別されマッピングされた特徴は、ピクセルが有用に識別された構造を表し、或いは逆に非構造を表す確率である具体的な実施に関して、前述の一般的処理を説明する。FUSION構造処理が図3に示され、全体が参照符号50で示される。

#### 【0018】

FUSION構造処理50は、上述の方法で画像データ34にアクセスすることから始まる。図2の正確な特徴識別段階は、この図では参照符号52で示される領域分割によって実施される。当業者には明らかであるように、かかる領域分割は、多くの異なる方法で実施することができ、エッジ、有意な表面、及び領域などを確率的に表す強度レベル及び変動を認識することを一般に目的とする。領域分割は、イメージング・システムの物理的特性、収集されたデータの特質、データのダイナミック・レンジ、ピクセル・データ間に存在するコントラスト、信号対雑音比などに応じて決定することができる。

#### 【0019】

段階52で実行された領域分割は、従来の技法において、構造及び非構造を表すマップ又はマスクをもたらす。更に、これまで公知の技術では通常、各ピクセルは構造ピクセル又は非構造ピクセルのいずれかとして分類され、対照的な分類は排除される。しかしながら、本FUSION技法によって、参照符号54で示される構造を表すマップ、参照符号56で示される非構造を表すマップ、及び参照符号58で示される構造/非構造重複マップを含む、少なくとも3つのマップが生成される。マッピングは、多くの異なる方法で実行することができ、離散的又は連続的とすることができる。図4は、マップ54、56及び58を取得するために実行することができる、複数の特徴のFUSIONマッピングに対する例示的な方法を示す。図4に示されるように、分類及び重み付け関数72は、水平軸74に沿って示される各ピクセルの勾配レベルなどの画像特徴を、垂直軸76上に示される分類パラメータに関連付けるように定義される。関数72はまた、下記で検討するように混合値の割り当てのための重み付け関数であると考えられる。

#### 【0020】

当業者には明らかであるように、従来の有用なイメージング技法の多くは、関心のある典型的な特徴によって画像データに各ピクセルの分類の閾値を設定する必要がある。例えば、典型的な構造及び非構造処理において、単一の閾値を用いて、ピクセルが構造又は非構造として処理されるかどうかは確定される。他方、本FUSION技法においては、図4に示されるように、分類は、図4の左側に表される非構造ピクセル(「NS」とマーク)、図4の右側に表される構造ピクセル(「S」とマーク)、及び閾値間の重複する領域にあるピクセル(「OL」とマーク)のいずれも設定するよう実行される。図示された実施形態において、図4で $T_1$ 及び $T_2$ で示される2つのかかる閾値が使用されている。閾値 $T_2$

10

20

30

40

50

より小さい勾配値を有するピクセルは非構造として分類され、閾値  $T_1$  より大きい勾配値を有するピクセルは構造として分類される。閾値間の勾配値を有するピクセルは、重複ピクセル、すなわち潜在的に構造的特徴と非構造的特徴を示すものとして分類される。上述のように、3つのかかる領域が図4に示され本明細書で検討されているが、更に多くのこうした領域に分類することが可能であることは、留意すべきである。実際、必要であれば、連続的又はほぼ連続的な分類及び重み付けを実行することができる。実際には、閾値  $T_1$  及び  $T_2$  の間にあって重複の対称性を制御する、焦点閾値と呼ばれる第3のパラメータを実施することができる。また、図4に示される分類は勾配範囲で実行されるが、他の多くの画像特徴は、構造及び非構造の処理、及び他の画像データ特徴による処理を含む、処理分類の基準として用いることができる。かかる特徴は、処理の実行方法を変更するのに用いることができる構造及び非構造の結合性を含むことができる。結合性が基準として用いられると、構造の中の非構造の小さなアイランドは、構造として取り扱われ、非構造の中の構造の小さなアイランドは、非構造として取り扱われる。

10

#### 【0021】

図3に戻ると、こうして分類されマッピングされたピクセルを用いて、段階60及び62で示されるように、ピクセル上で処理動作が実行される。多くのかかる動作を図3に示されるように実行することができ、動作1は構造領域つまりピクセル上で実行され、動作2は非構造ピクセル上で実行される。更に、動作1及び2は双方とも、重複ピクセルと考えられるピクセル上で実行される。

#### 【0022】

20

図5、6及び7は、かかるピクセルを処理することができる例示的な方法が示されている。図5に示されるように、16個のピクセルの例示的なアレイにおいて、特定のピクセルが構造として分類され（実施例において、‘S’ (structure) とマークされた4つの中央のピクセル）、一方他のピクセルは非構造（図5にて‘NS’ (non-structure) とマークされた）として分類される（図の4つの外側のコーナーのピクセル）。他のピクセルは重複ピクセル（同じく図5で‘OL’ (overlapping) とマークされた）、すなわち閾値  $T_1$  及び  $T_2$  の間にある勾配強度を有するピクセルとして分類される。次に、図6に示されるように、動作1は、構造ピクセル及び重複ピクセル上で実行される。動作1は、図示された実施例において、非構造ピクセルを排除するよう実行される。同様に動作2は、図7に示されるように、非構造ピクセル及び重複ピクセル上で実行される。この実施形態において、動作2は、構造ピクセルのみを排除するよう実行される。より多くのグループ又はマップが提供される場合、多数のかかる組合せを処理することができる。

30

#### 【0023】

多くの個々の処理は、現在のところ動作1及び2、又はより一般的には上記の処理1及び2が企図される。構造及び非構造処理の場合において、例えば、かかる処理又は動作は、増強、鮮鋭化、平滑化、逆畳込み、補間、外挿、圧縮、デジタル・ハーフトーニング、コントラスト・マッチングなどを含むことができる。これらの処理は、実施例として下記の表1に示されるように実行することができる。

#### 【0024】

## 【表 1】

| 処理方法          | 動作 N 1                   | 動作 N 2               |
|---------------|--------------------------|----------------------|
| 増強            | 異方的平滑化及び鮮鋭化              | 等方的平滑化               |
| 鮮鋭化           | 異方的鮮鋭化                   | なし又は最小限              |
| 平滑化           | 異方的平滑化                   | 等方的平滑化               |
| 平滑化           | メジアン平滑化 (小さなカーネルで)       | 大きなカーネルでメジアン又は等方的平滑化 |
| 逆畳込み          | 能動的パラメータ設定               | ゼロ又は最小限のパラメータ設定      |
| 補間            | 高次 (双三次／トリキュービック、又はそれ以上) | 最低次 (双一次／トリリニア)      |
| 外挿            | 能動的パラメータ設定               | ゼロ又は最小限のパラメータ設定      |
| 圧縮            | 低次又は最小限の圧縮               | より高次の圧縮              |
| デジタル・ハーフトーニング | 誤差拡散                     | ブルーノイズ・マスク           |
| コントラスト・マッチング  | ゼロ又は最小限のマッチング            | 高度なマッチング             |

10

20

## 【 0 0 2 5 】

当業者には理解されるように、例えば異方的平滑化及び鮮鋭化によって実行される増強は、構造に沿ったボケのない平滑化によって構造のノイズを軽減する傾向にある。一方、等方的平滑化は、構造を均質化する傾向にある。鮮鋭化処理は、異方的鮮鋭化又は等方的鮮鋭化を含むことができ、構造間で鮮鋭化する傾向がある。かかる鮮鋭化は、ノイズの鮮鋭化を避けるために、非構造に対して回避することができる。異方的平滑化を含む平滑化動作は、上述の増強動作の影響と同様とすることができる。小さなカーネルを用いるメジアン平滑化などの他の平滑化技法は、詳細部を与え、スパイク・ノイズを低減する傾向がある。大きなカーネルを使用するメジアン平滑化は、非構造における構造ノイズを抑制する傾向を有することができる。

30

## 【 0 0 2 6 】

他の動作も同様に、構造及び非構造ピクセルに対して多少なりとも有用とすることができる。例えば、逆畳込みにおける能動的パラメータ設定は、ボケ画像から詳細な増強をもたらす傾向を有することができる。次に、最小限の逆畳込みは、非構造領域における構造及びエッジの探索を低減する。画像データの補間において、高次の補間はエッジを増強し、より良好に該エッジを表す傾向にある一方で、低次の補間は、リングング・アーチファクト、モアレ・パターンなどの特定のアーチファクトを回避する。外挿におけるパラメータ設置は、畳込みの場合と同様の影響をもたらすことができる。データ圧縮において、圧縮率が利用可能であり、効率的な圧縮率は、ピクセルが構造又は非構造のどちらを表すかを確定することに基づくことができる。デジタル・ハーフトーニング動作において、構造ピクセルに対しては誤差拡散を行い、非構造ピクセルに対してはブルーノイズ・マスクキングなどの他の動作を行なうことが好ましいとすることができる。最後に、表 1 に示される処理において、構造ピクセルにはコントラスト・マッチングはほとんど又は全く行われず、非構造ピクセルに高度のマッチングを提供し、構造の増強及び視覚化、及び非構造のデエンファシスをもたらすことが、一般に好ましいとすることができる。

40

## 【 0 0 2 7 】

上述のように、様々な動作が、図 3 の実施形態において構造及び非構造に対して互いに排他的に実行されると共に、双方の動作は、「重複」ピクセル、すなわち、潜在的に構造及び非構造の特徴を示すピクセルとして分類されるピクセルに対して実行される。図 3 の段階 6 4 において、処理された重複ピクセルの値が混合される。他の処理に好適な任意の

50



混合を用いて、重複ピクセルの所望の結果値を求めることができる。しかしながら本技法では、結果値の重み付けが勾配強度に基づいて実行される。図4に示されるように、関数72は、ピクセルを構造及び非構造分類、或いは重複分類のいずれか一方に識別及び分類するように機能するだけでなく、本実施形態の重み付け係数、次の関係式による重み付け係数の値を求めるのにも用いられる。

【0028】

$$w_i = (G_i)(T_2) / (T_1 - T_2)$$

次に、関数の特性に応じて、重み付け係数は一般に、閾値の大きさ及び勾配強度の大きさと共に変化することができる。前述の式で表された線形関係は、図4のトレース78でグラフに表される。もちろん、他の非線形関係は、図4の参照符号80で一般に表されるように実施することができる。

【0029】

次に、段階64で実行される、ピクセル*i*の混合処理後のピクセルレベル*I<sub>i</sub>*は、以下の形式をとることができる。

【0030】

$$I_i = w_i I_i(\text{structure}) + (1 - w_i) I_i(\text{non-structure})$$

次いで、結果として得られる混合動作は、個々の重複ピクセルの値を効果的に提供し、このピクセルは、閾値*T<sub>1</sub>*及び*T<sub>2</sub>*の間の連続体に沿って構造又は非構造として分類することができる度合いの関数である。結果として得られる混合値は、上記で提供された実施例において、図8に示されるように、「BOL」(Blended Overlapping)として表すことができる。

【0031】

段階66において、これらの混合値は、動作1及び2から得られる構造及び非構造ピクセル値と組み合わせられる。段階68において、初期入力画像データとの混合が更に実行され、参照符号70で示されるような出力データ集合を生成することができる。

【0032】

当業者には理解されるように、本FUSION技法は、より柔軟な領域分割ベースの処理が可能であるだけでなく、従来の技法からの結果とは異なる非重複ピクセルの値をもたらすこともできる。例えば、上述の実施において、構造ピクセルは、その一部が従来技術では非構造として分類されていた可能性がある重複ピクセルで処理されるので、構造ピクセル自体は、従来技術において有していた値とは異なる値をもたらすことができる。これは特に、様々なタイプのフィルタ処理、鮮鋭化、平滑化、及び他の処理動作が、ピクセルの近傍を各ピクセル値の割り当てのために考慮に入れる場合である。非構造ピクセルについても同様のことが言える。すなわち、これらのピクセルは、従来技術では構造として分類することができた他のピクセルで処理されるので、非構造ピクセルの結果として得られる値は、従来の処理方法のものとは異なるものとすることができる。1つ又は他の特徴を示す、或いは別の特徴より優れるある特徴を表すことに関心を向ける、処理されたピクセル・データをより正確に表すことができる画像データを増強させる結果が得られる。

【0033】

本発明は様々な修正及び代替形態が可能であるが、特定の実施形態を図面において実施例として示し、本明細書で詳細に説明してきた。しかしながら、本発明は、開示された特定の形態に限定されることを意図するものではないことを理解されたい。むしろ本発明は、添付の請求項で画定義されるような本発明の精神及び範囲内に含まれる全ての修正形態、均等物、代替形態を包含するものである。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】本技法の実施のために設計された例示的なイメージング・システムの概略図。

【図2】特徴的に識別された画像データに対して実行される種々の動作又は処理において

10

20

30

40

50

本技法を実施するための例示的な段階を論理的に表すフロー・チャート。

【図3】1つの画像における構造と非構造を表すデータ処理のための図2の技法の特定の実施を表すフロー・チャート。

【図4】本発明のFUSION技法による柔軟な方法で画像データを分類及び処理する1つの方法のグラフ表示。

【図5】FUSION技法によって、図2又は図3の処理によるように、様々に分類されたデータがどのように処理されるかを示す画像の一部分の概略図。

【図6】FUSION技法によって、図2又は図3の処理によるように、様々に分類されたデータがどのように処理されるかを示す画像の一部分の概略図。

【図7】FUSION技法によって、図2又は図3の処理によるように、様々に分類されたデータがどのように処理されるかを示す画像の一部分の概略図。

10

【図8】FUSION技法によって、図2又は図3の処理によるように、様々に分類されたデータがどのように処理されるかを示す画像の一部分の概略図。

【符号の説明】

【0035】

34 画像データ

36 特徴識別 ( 1 + 2 )

38 マッピング、特徴 1 + 重複

【0036】

40 マッピング、特徴 2 + 重複

20

【0037】

42 処理 1

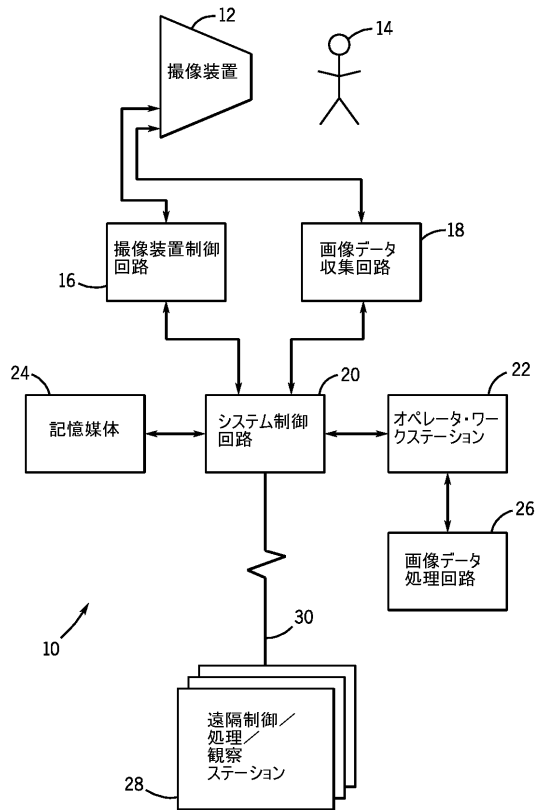
44 処理 2

46 処理 N

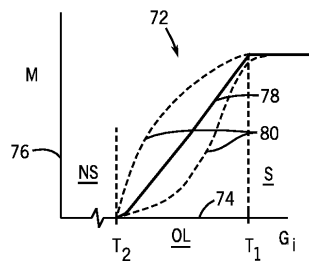
46 重複を混合

48 : 出力用組合せ

【図 1】



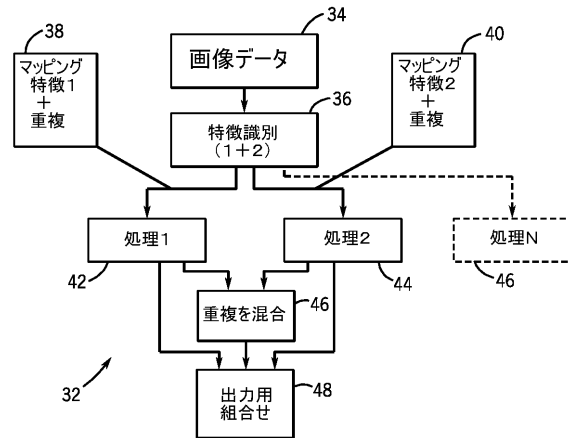
【図 4】



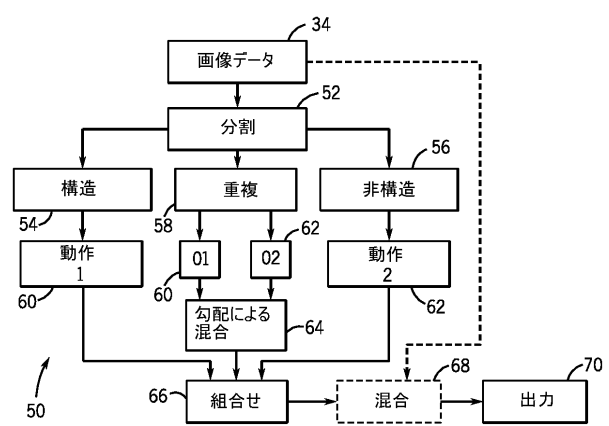
【図 5】

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
| NS | OL | OL | NS |
| OL | S  | S  | OL |
| OL | S  | S  | OL |
| NS | OL | OL | NS |

【図 2】



【図 3】



【図 6】

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
|    | OL | OL |    |
| OL | S  | S  | OL |
| OL | S  | S  | OL |
|    | O  | L  |    |

【図 7】

|    |    |    |    |
|----|----|----|----|
| NS | OL | OL | NS |
| OL |    |    | OL |
| OL |    |    | OL |
| NS | OL | OL | NS |

【 図 8 】

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
|     | BOL | BOL |     |
| BOL |     |     | BOL |
| BOL |     |     | BOL |
|     | BOL | BOL |     |

---

フロントページの続き

(72)発明者 ゴパール・ビー・アヴィナシュ

アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、ニュー・ベルリン、エス・ラディソン・コート、4915番

審査官 早川 貴之

(56)参考文献 特開2003-216946(JP,A)

特開平09-044642(JP,A)

特開2003-310602(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 5/00

G06T 1/00

A61B 5/055

A61B 8/00