(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3826412号
(P3826412)
(45)発行日　平成18年9月27日(2006.9.27)　(24)登録日　平成18年7月14日(2006.7.14)

(51)Int.Cl.　F I
G06T 7/60 (2006.01)　G06T 7/60 300
H04N 1/409 (2006.01)　H04N 1/40 101D

請求項の数 8　(全 20 頁)

(21)出願番号　特願平7-134418
(22)出願日　平成7年5月31日(1995.5.31)
(65)公開番号　特開平8-329252
(43)公開日　平成8年12月13日(1996.12.13)
審査請求日　平成14年5月31日(2002.5.31)

(73)特許権者　000002185
ソニー株式会社
東京都品川区北品川６丁目７番３５号
(74)代理人　100067736
弁理士　小池　晃
(74)代理人　100086335
弁理士　田村　榮一
(74)代理人　100096677
弁理士　伊賀　誠司
(72)発明者　戸塚　卓志
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内
(72)発明者　光永　知生
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】エッジ検出方法及びエッジ検出装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

濃淡データで構成される入力画像データの中から、画素値が周囲と比べて急峻に変化している画素群をエッジとして検出するエッジ検出方法であって、

推定手段により、あらかじめ示されているエッジ抽出処理対象の点群に沿うように曲線を発生させ、発生させた曲線上に存在する点に対して、入力画像データにおける各位置のエッジ方向を推定する推定工程と、

グラディエント算出手段により、入力画像データにおける各位置のグラディエントを求めるグラディエント算出工程と、

エッジ強度算出手段により、上記推定工程で推定したエッジ方向と、上記グラディエント算出工程で得られたグラディエントのなす角度と、上記グラディエントの大きさと、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントとのなす角度の絶対値が小さいほど大きい値をとる指向性を決定する指数と、からエッジ強度を算出してエッジを検出するエッジ強度算出工程とからなることを特徴とするエッジ検出方法。

【請求項２】

上記推定したエッジ方向と上記グラディエントのなす角度のコサインを求めてエッジ強度を算出することを特徴とする請求項１記載のエッジ検出方法。

【請求項３】

上記推定したエッジ方向と上記グラディエントのなす方向のコサインを、予め正規化したベクトルである上記推定したエッジ方向と、長さを「１」に正規化した上記グラディエ

ントとの内積として求めることを特徴とする請求項１記載のエッジ検出方法。
【請求項４】
上記曲線は、スプライン曲線であることを特徴とする請求項１に記載のエッジ検出方法。
【請求項５】
濃淡データで構成される入力画像データの中から、画素値が周囲と比べて急峻に変化している画素群をエッジとして検出するエッジ検出装置であって、
あらかじめ示されているエッジ検出処理対象の点群に沿うように曲線を発生させ、発生させた曲線上に存在する点に対して、入力画像データにおける各位置のエッジ方向を推定する推定手段と、
入力画像データにおける各位置のグラディエントを求めるグラディエント算出手段と、
上記推定手段で推定したエッジ方向と、上記グラディエント算出手段で得られたグラディエントのなす角度と、上記グラディエントの大きさと、指向性を決定する指数から、エッジ強度を算出するエッジ強度算出手段と、
上記エッジ強度算出手段で得られたエッジ強度からエッジを検出する検出手段とを備え、
上記指数は、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントのなす角度の絶対値が小さいほど、大きい値をとることを特徴とするエッジ検出装置。
【請求項６】
上記エッジ強度算出手段は、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントのなす角度のコサインを求めてエッジ強度を算出することを特徴とする請求項５記載のエッジ検出装置。
【請求項７】
上記エッジ強度算出手段は、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントのなす角度のコサインを、予め正規化したベクトルである上記推定したエッジ方向と、長さを「１」に正規化した上記グラディエントとの内積として求めることを特徴とする請求項５記載のエッジ検出装置。
【請求項８】
上記曲線は、スプライン曲線であることを特徴とする請求項５記載のエッジ検出装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は、画像処理において基本的な役割を果たすエッジ検出方法及びエッジ検出装置に関するものであり、テレビジョンや映画等の映像制作における特殊効果処理、ＦＡ（Ｆａｃｔｏｒｙ　Ａｕｔｏｍａｔｉｏｎ）におけるカメラ画像からの部品認識等に適用して好適なエッジ検出方法及びエッジ検出装置に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
画像から任意の部分画像を切り出す作業は、映像の編集合成やコンピュータグラフィックス等におけるテクスチャ及び構造データの生成の基本操作である。この切り出しという操作では、エッジ検出、領域抽出、及び既知物体との対応付け等の処理を必要とする。特に、画像中の背景や対象物体が複雑になると、対象物体の輪郭を構成するエッジを正確に求め、追跡することが必要となる。
【０００３】
ここで、エッジ検出とは、濃淡画像内で画素値が急峻に変化している部分を見いだす処理である。通常、急峻な変化は、対象物体の輪郭で起きるため、エッジ検出の結果を基にして、対象物体の輪郭を画像から抽出することができる。したがって、エッジ検出は、画像からその中に存在する対象物体に関する情報を得るための最も基本的な処理として多方面で使用されている。特に、対象物体の輪郭の抽出は、例えば、画像に存在する対象物体の構成や位置等を計算機等によって判断する上での最も基本的な処理であり、エッジ検出の

最も重要な用途である。

【０００４】

上述のようなエッジ検出の方法は、公知の多くの方法があるが、何れの方法も局所的な画素の値の変化を調べ、その変化が大きい部分をエッジとして検出するものである。代表的なエッジ検出方法として、空間フィルタとして微分フィルタを使用するものがある。この微分フィルタを用いるエッジ検出方法は、画素の値の変化が大きい部分では、微係数も大きな値になるという原理に基いてエッジを検出する方法である。例えば、図１０に示すような横（Ｘ）方向のソーベル（Ｓｏｂｅｌ）フィルタは、横（Ｘ）方向の１次微分に相当する演算を行うものであり、このソーベルフィルタを用いた場合、縦（Ｙ）方向のエッジが存在するところでは、ソーベルフィルタの出力が正又は負の大きな値となるため、縦（Ｙ）方向のエッジを検出することができる。

【０００５】

上述のようなソーベルフィルタの他にも、１次又は２次の微分に相当する演算を行う多種の空間フィルタがエッジ検出用に用いられている。これらのエッジ検出方法については、例えば、代表的な教科書であるジェイン（Ｊａｉｎ）著「ファンダメンタルズ オブ デジタル イメージ プロセッシング（Ｆｕｎｄａｍｅｎｔａｌｓ ｏｆ Ｄｉｇｉｔａｌ Ｉｍａｇｅ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ）」、及びプラット（Ｐｒａｔｔ）著「デジタル イメージ プロセッシング（ＤｉｇｉｔａｌＩｍａｇｅ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ）」に詳しく紹介されている。

【０００６】

また、上述のようなエッジ検出方法を用いて対象物体の輪郭を検出する方法もいろいろ試みられている。例えば、エッジ検出の結果から画素値の変化の度合い、すなわちエッジ強度が大きい部分を「１」、それ以外の部分を「０」とする２値画像を生成し、その２値画像を細線化することにより対象物体の輪郭を得る領域抽出方法が「特願平５－２３３８１０号」に開示されている。ここで、細線化とは、生成した２値画像から値「１」のピクセルを順に取り除いていき、通常は１ピクセル幅になるまで値「１」のピクセルを順に取り除いて１ピクセル幅の中心線を抽出するという公知の手順である。

【０００７】

一方、空間フィルタを用いずに統計的な方法でエッジを検出する方法もある。例えば、注目している画素の近傍での画素値の分散、すなわち色相の分散を算出し、その値が大きいところを領域の境界として検出するエッジ検出方法及び装置が「特願平５－１８１９６９号」に開示されている。

【０００８】

また、文献「カラーエッジ ディテクション ユージング ベクトル オーダスタティスティックス（Ｔｒａｈａｎｉａｓ，Ｐ．Ｅ．ｅｔ．ａｌ．”Ｃｏｌｏｒ ｅｄｇｅ ｄｅｔｅｃｔｉｏｎ ｕｓｉｎｇ ｖｅｃｔｏｒ ｏｒｄｅｒｓｔａｔｉｓｔｉｃｓ”，ＩＥＥＥ Ｔｒａｎｓａｃｔｉｏｎｓ ｏｎ ｉｍａｇｅ ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ，Ｖｏｌ．２，Ｎｏ．２，ｐｐ．２５９－２６４，１９９３）」では、画素値が各々他の画素値とどれだけ離れているかを表す尺度を基にエッジを検出する方法が述べられている。

【０００９】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述したような従来のエッジ検出方法では、画素値の急峻な変化がある部分を全て検出してしまうという問題があった。例えば、図１１（ａ）に示すように、画像１００の対象物体１１０において、対象物体１１０の内部に色の違いや背景と対象物体１１０の交差がある場合、従来のエッジ検出方法では、同図（ｂ）に示すように、物体内部の境界１１２をも検出されてしまい、同図（ｃ）に示すような本来求めたいエッジ１１１のみを得ることができなかった。

【００１０】

通常、物体内部では、上記図１１（ａ）に示したような色の違い、模様、影等様々な理由による画素値の急峻な変化が不可避である。また、通常は、背景にも様々な模様や色が存

在する。これに対して従来のエッジ検出方法では、画素値の急峻な変化を一様に検出していたため、上述したような物体内部の境界や背景の模様等も誤ってエッジとして検出されてしまう可能性があった。

【００１１】

そこで、上述のような問題を解決するために、画像の色情報、すなわち明度、彩度、及び色相に基いて明度に対して重み付け補正処理を施した後、重み付け補正処理が施された明度に基いてエッジを検出する自動切抜きシステムが「特願平１－１７３１７７号」に開示されている。この自動切抜きシステムは、輪郭付近の画素値の変化、例えば、明度の変化を強調するための重み付け補正処理により輪郭をより際だたせることにより、前景の物体や背景内の模様や色変化の誤った検出を減らしてエッジ検出を行うものである。

【００１２】

しかし、上記自動切抜きシステムでは、輪郭上の個々の部分各々について最適な重み付け補正処理を行うことは考慮されていない。また、物体の輪郭に沿って模様や色等が一様であることは、むしろ希である。このため、上記自動切抜きシステムによっても、本来求めたいエッジ以外のエッジの混入を防ぐことができなかった。

【００１３】

また、画像のヒストグラムを用いて前景と背景の境界におけるコントラストが上がるように画素値の変換を行うことにより、境界付近のエッジを際だたせてエッジを検出するエッジ抽出装置が「特願平１－７６１７０号」に開示されている。しかし、上記エッジ抽出装置によっても、敏感なエッジの検出には有効であるが、本来求めたいエッジ以外のエッジの混入を防ぐことができなかった。

【００１４】

一方、エッジ検出を行う場所を画像上で限定することにより、不必要な場所でのエッジ検出を省き、輪郭以外の場所におけるエッジの混入を最小限にとどめる領域抽出装置が「特願平３－１７６７８０号」に開示されている。この領域抽出装置では、人手により対象物体の輪郭の概略を入力し、その輪郭概略内部でのみエッジ検出を行うことにより、余分なエッジの発生を防いでエッジ検出を行うものである。また、人手により対象物体の輪郭の概略を入力し、その輪郭概略の情報に基いてエッジ検出を境界付近でのみ行う構成としたソフトキー生成装置が「特願平５－２３６３４７号」に開示されている。

【００１５】

しかし、上記領域抽出装置及び上記ソフトキー生成装置では、単に誤ったエッジの検出が発生する領域を狭めるのみであり、輪郭以外のエッジの混入を防ぐことができなかった。例えば、図１２（ａ）に示すように、画像２００において、オペレータが入力した対象物体２１０の輪郭の概略２２０を用いてエッジ検出を行った場合、エッジ検出を行う範囲を制限してもその制限には限界があり、上記図１２（ｂ）に示すように、不要なエッジ２２１ａ，２２１ｂ，２２１ｃが誤って検出されてしまっていた。

【００１６】

ここで、輪郭の概略２２０の精度を上げることにより、不要なエッジ２２１ａ，２２１ｂ，２２１ｃの数や長さを次第に減少させることはできるが、このためには、輪郭の概略２２０を人手で高精度に与える必要があり、これは大変困難な作業である。この問題を解決するために、オペレータがタブレットやマウス等の入力手段をゆっくり動かしている場合には、輪郭の概略の太さが細くなるように制御し、速く動かしている場合には、輪郭の概略の太さが太くなるように制御することにより、エッジ検出を行う範囲を制限してエッジを検出する画像編集装置が「特願平１－１８０６７４号」に開示されているが、これにおいても、不要なエッジの混入を防ぐことはできなかった。

【００１７】

上述のような問題を解決するために、例えば、エッジ方向を人手で入力した概略の輪郭から推定し、推定したエッジ方向と合致するエッジのみを選択的に検出することにより、上述したような不要なエッジを大幅に除去してエッジの検出を行うエッジ検出方法がある。

【００１８】

上記エッジ検出方法では、図１３の（ａ）～（ｄ）に示すようなロビンソン（Ｒｏｂｉｎｓｏｎ）の３レベル（３－ｌｅｖｅｌ）と呼ばれるフィルタ群を用いることにより、特定の方向のエッジのみを検出する。
上記図１３の（ａ）～（ｄ）に示したフィルタ群は、上記図１０に示したソーベルフィルタを拡張したものであり、水平及び垂直以外の方向のエッジを検出するものである。例えば、上記図１３の（ａ）に示したフィルタは、画像右側の画素値が大きく、画像左側の画素値が小さい場合に大きな値を出力するものである。すなわち、上記図１３の（ａ）に示したフィルタは、＋０°方向のエッジを検出するものである。また、上記図１３の（ｂ），（ｃ），（ｄ）に示した各フィルタは、各々、４５°、９０°、１３５°方向のエッジを検出するものである。

【００１９】
また、上記エッジ検出方法では、上記図１３の（ａ）～（ｄ）に示したフィルタ群以外に、上記フィルタ群が検出するエッジの方向以外の方向において、４５°きざみでエッジを検出するフィルタ群が用いられる。したがって、上記エッジ検出方法では、全部で８方向のエッジを検出するためのフィルタが用いられる。

【００２０】
ここで、上記図１３の（ａ）～（ｄ）に示したロビンソンの３レベルのフィルタの他に、特定の方向のエッジを検出するフィルタとして、上述したプラット（Ｐｒａｔｔ）著「デジタル　イメージ　プロセッシング（Ｄｉｇｉｔａｌ　Ｉｍａｇｅ　Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ）」に述べられているプレウイット（Ｐｒｅｗｉｔｔ）のコンパス（ｃｏｍｐａｓｓ）フィルタやキルシュ（Ｋｉｒｓｃｈ）のフィルタ等がある。

【００２１】
しかし、上述したロビンソンの３レベルのフィルタ、プレウイットのコンパスフィルタ、及びキルシュのフィルタ等の特定の方向のエッジを検出するフィルタ（以下、方向選択的なフィルタと言う。）においては、方向選択性、すなわち指向性が弱いという欠点がある。

【００２２】
具体的に説明すると、例えば、エッジの本来の強度をＫ、検出したいエッジの方向と実際のエッジの方向のなす角度をθとした場合、方向選択的なフィルタの出力、すなわちエッジ強度Ｅは、

$$E = K\cos\theta$$

なる関係式で与えられる。

【００２３】
この関係式は、不要なエッジの方向が本来検出したいエッジの方向と９０°異ならない限り、不要なエッジのエッジ強度Ｅは「０」にならない、すなわち不要なエッジの混入を完全に除去することはできないことを示している。したがって、図１４に示すように、方向選択的なフィルタにおける指向性Ａに対して、実用上必要となる指向性Ｂは、さらに強いものである必要があるが、このような強い指向性を方向選択的なフィルタに持たせることができなかったため、不要なエッジの混入を防ぐことができなかった。

【００２４】
また、方向選択的なフィルタにおいて、エッジの検出方向を細かくしようとした場合、例えば、上述したような４５°単位ではなく、１５°単位でエッジの検出方向を細かくしようとした場合には、フィルタが大きくなってしまっていた。すなわち、フィルタの係数の正の部分と負の部分は、エッジの検出方向と直角に配置されなくてはならないが、エッジの検出方向が１５°単位のように細かく指定されると、その検出方向の角度を表すためには、３×３程度の小さなフィルタでは不十分となり、フィルタが大きくなってしまっていた。このため、細かいエッジの検出能力が低下すると共に、多数のフィルタを用いなければ全方向のエッジに対応することができないという不便さが生じてしまっていた。

【００２５】
そこで、本発明は、上述の如き従来の実情に鑑みてなされたものであり、次のような目的

を有するものである。
即ち、本発明の目的は、不要なエッジの混入を防ぎ、エッジ検出精度を高めたエッジ検出方法及びエッジ検出装置を提供することにある。
【００２６】
また、本発明の目的は、エッジ検出方向の指向性が強いエッジ検出方法及びエッジ検出装置を提供することにある。
また、本発明の目的は、良好なエッジ画像を容易に得るエッジ検出方法及びエッジ検出装置を提供することにある。
【００２７】
また、本発明の目的は、良好なエッジ画像を高速に得るエッジ検出方法及びエッジ検出装置を提供することにある。
【００２８】
【課題を解決するための手段】
上述した課題を解決するために、本発明は、濃淡データで構成される入力画像データの中から、画素値が周囲と比べて急峻に変化している画素群をエッジとして検出するエッジ検出方法であって、推定手段により、あらかじめ示されているエッジ抽出処理対象の点群に沿うように曲線を発生させ、発生させた曲線上に存在する点に対して、入力画像データにおける各位置のエッジ方向を推定する推定工程と、グラディエント算出手段により、入力画像データにおける各位置のグラディエントを求めるグラディエント算出工程と、エッジ強度算出手段により、上記推定工程で推定したエッジ方向と、上記グラディエントのなす角度と、上記グラディエントの大きさと、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントとのなす角度の絶対値が小さいほど大きい値をとる指向性を決定する指数と、からエッジ強度を算出してエッジを検出するエッジ強度算出工程とからなることを特徴とする。
【００２９】
また、本発明に係るエッジ検出方法は、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントのなす角度のコサインを求めてエッジ強度を算出することを特徴とする。
【００３０】
また、本発明に係るエッジ検出方法は、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントのなす角度のコサインを、予め正規化したベクトルである上記推定したエッジ方向と、長さを「１」に正規化した上記グラディエントとの内積として求めることを特徴とする。
さらに、本発明は、上記曲線がスプライン曲線であることを特徴とする。
【００３１】
本発明は、濃淡データで構成される入力画像データの中から、画素値が周囲と比べて急峻に変化している画素群をエッジとして検出するエッジ検出装置であって、あらかじめ示されているエッジ抽出処理対象の点群に沿うように曲線を発生させ、発生させた曲線上に存在する点に対して、入力画像データにおける各位置のエッジ方向を推定する推定手段と、入力画像データにおける各位置のグラディエントを求めるグラディエント算出手段と、上記推定手段で推定したエッジ方向と、上記グラディエント算出手段で得られたグラディエントのなす角度と、上記グラディエントの大きさと、指向性を決定する指数から、エッジ強度を算出するエッジ強度算出手段と、上記エッジ強度算出手段で得られたエッジ強度からエッジを検出する検出手段とを備え、上記指数は、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントのなす角度の絶対値が小さいほど、大きい値をとることを特徴とする。
【００３２】
また、本発明に係るエッジ検出装置は、上記エッジ強度算出手段は、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントのなす角度のコサインを求めてエッジ強度を算出することを特徴とする。
【００３３】
また、本発明に係るエッジ検出装置は、上記エッジ強度算出手段は、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントのなす角度のコサインを、予め正規化したベクトルである上記推定したエッジ方向と、長さを「１」に正規化した上記グラディエントとの内積として求

めることを特徴とする。
【００３４】
また、本発明に係るエッジ検出装置は、上記曲線がスプライン曲線であることを特徴とする。
【００３５】
【作用】
本発明に係るエッジ検出方法では、推定手段によりあらかじめ示されているエッジ抽出処理対象の点群に沿うように曲線を発生させ、発生させた曲線上に存在する点に対して、入力画像データにおける各位置のエッジ方向を推定し、グラディエント算出手段により入力画像データにおける各位置のグラディエントを求める。そして、エッジ強度算出手段により、上記推定したエッジ方向と、上記グラディエントのなす角度と、上記グラディエントの大きさと、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントとのなす角度の絶対値が小さいほど大きい値をとる指向性を決定する指数と、からエッジ強度を算出してエッジを検出する。
【００３６】
また、本発明に係るエッジ検出方法では、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントのなす角度と、上記グラディエントの大きさと、指向性を決定する指数から、エッジ強度を算出する。
【００３７】
また、本発明に係るエッジ検出方法では、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントのなす角度のコサインを、予め正規化したベクトルである上記推定したエッジ方向と、長さを「１」に正規化した上記グラディエントとの内積として求める。
【００３８】
本発明に係るエッジ検出装置では、あらかじめ示されているエッジ抽出処理対象の点群に沿うように曲線を発生させ、発生させた曲線上に存在する点に対して、入力画像データにおける各位置のエッジ方向を推定手段により推定するとともに、入力画像データにおける各位置のグラディエントをグラディエント算出手段により求める。そして、上記推定手段で推定したエッジ方向と、上記グラディエント算出手段で得られたグラディエントのなす角度と、上記グラディエントの大きさと、指向性を決定する指数から、エッジ強度算出手段によりエッジ強度を算出し、上記エッジ強度算出手段で得られたエッジ強度から検出手段によりエッジを検出する。上記指数は、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントのなす角度の絶対値が小さいほど、大きい値をとる。
【００３９】
また、本発明に係るエッジ検出装置では、上記エッジ強度算出手段は、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントのなす角度のコサインを求めてエッジ強度を算出する。
【００４０】
また、本発明に係るエッジ検出装置では、上記エッジ強度算出手段は、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントのなす角度のコサインを、予め正規化したベクトルである上記推定したエッジ方向と、長さを「１」に正規化した上記グラディエントとの内積として求める。
【００４２】
【実施例】
以下、本発明の一実施例について図面を参照しながら説明する。
本発明に係るエッジ検出方法は、例えば、図１に示すようなエッジ検出装置１０により実施される。また、エッジ検出装置１０は、本発明に係るエッジ検出装置を適用したものである。
【００４３】
すなわち、エッジ検出装置１０は、上記図１に示すように、入力画像F_{in}が供給されるグラディエント計算部１１と、輪郭の概略Ｐが供給されるスプライン曲線発生部１２と、助変数ｔをスプライン曲線発生部１２に対して発生するパラメータ座標生成部１３と、グラ

ディエント計算部１１からの出力とスプライン曲線発生部１２からの出力からエッジ強度Ｅを算出するエッジ強度計算部１４とを備えている。また、スプライン曲線発生部１２からの出力は、グラディエント計算部１１にも供給されるようになされている。

【００４４】

また、グラディエント計算部１１は、図２に示すように、入力画像F_{in}が各々供給されるフィルタ演算器１１１とフィルタ演算器１１２を備えている。フィルタ演算器１１１は、Ｘ方向のソーベルフィルタS_Xを入力画像F_{in}に対して施すものであり、フィルタ演算器１１２は、Ｙ方向のソーベルフィルタS_Yを入力画像F_{in}に対して施すものである。このようなフィルタ演算器１１１及びフィルタ演算器１１２からの各出力は、エッジ強度計算部１４に供給されるようになされている。

【００４５】

また、エッジ強度計算部１４には、予め設定されている方向選択指数ｓが供給されるようになされており、エッジ強度計算部１４は、図３に示すように、グラディエント計算部１１からの出力を用いて参照するグラディエントテーブルT_Gと、スプライン曲線発生部１２からの出力が供給される座標回転部４１２と、グラディエントテーブルT_Gで得られた結果と座標回転部４１２からの出力が供給される内積計算部１４１と、供給された方向選択指数ｓと内部演算部１４１からの出力を用いて参照するコサインテーブルT_Cと、コサインテーブルT_Cで得られた結果とグラディエントテーブルT_Gで得られた結果からエッジ強度Ｅを算出する乗算器１４３とを備えている。

【００４６】

ここで、図４は、エッジ検出装置１０におけるエッジ検出処理を示すフローチャートである。以下、上記図１～図３及び図４を用いて具体的に説明する。

エッジ検出装置１０には、濃淡データで構成された入力画像F_{in}が入力される。一方、エッジ検出装置１０には、例えば、オペレータが図示していないディスプレイ上に表示されている入力画像F_{in}をみながらタブレットを使用することにより、輪郭の概略Ｐが入力される。

【００４７】

グラディエント計算部１１は、入力画像F_{in}を取り込む（ステップＳ１）。尚、グラディエント計算部１１における詳細な説明は後述する。

一方、スプライン曲線発生部１２は、上述したようなオペレータの入力による輪郭の概略Ｐを座標列（ｘ０，ｙ０），（ｘ１，ｙ１），（ｘ２，ｙ２），・・・として順次取り込む（ステップＳ２）。そして、スプライン曲線発生部１２は、順次取り込んだ座標列（ｘ０，ｙ０），（ｘ１，ｙ１），（ｘ２，ｙ２），・・・を通るような滑らかな曲線Ｐ（ｔ）を生成する（ステップＳ３）。

【００４８】

具体的に説明すると、まず、曲線Ｐ（ｔ）は、３次スプライン形式で表現される。すなわち、曲線Ｐ（ｔ）は、助変数ｔ、助変数ｔの３次多項式ｘ（ｔ），ｙ（ｔ）を持って、

Ｐ（ｔ）　＝　（ｘ（ｔ），ｙ（ｔ））

なる式で表現される。そして、助変数ｔが「０」～「１」まで変化する時、その軌跡である曲線Ｐ（ｔ）、すなわちスプライン曲線Ｐ（ｔ）は、座標列（ｘ０，ｙ０），（ｘ１，ｙ１），（ｘ２，ｙ２），・・・を滑らかに接続して輪郭を一周することとなる。このようなスプライン曲線は、ＣＡＤをはじめとする広い分野で使用されている。

【００４９】

そこで、スプライン曲線発生部１２は、スプライン曲線Ｐ（ｔ）が座標列（ｘ０，ｙ０），（ｘ１，ｙ１），（ｘ２，ｙ２），・・・を滑らかに接続するように、３次多項式ｘ（ｔ），ｙ（ｔ）の係数を順次取り込んだ座標列（ｘ０，ｙ０），（ｘ１，ｙ１），（ｘ２，ｙ２），・・・（以下、座標列（ｘｎ，ｙｎ）と言う。）に基いて決定する。この係数の決定方法は、例えば、代表的な文献であるファーリン（Ｆａｒｉｎ）著の「カーブス アンド サーフェシズ フォーコンピュータ エイディッド ジオメトリック デザイン（Ｃｕｒｖｅｓ ａｎｄ ｓｕｒｆａｃｅｓ ｆｏｒ ｃｏｍｐｕｔｅｒ ａｉｄｅｄ ｇｅｏｍｅ

ｔｒｉｃ ｄｅｓｉｇｎ）」に述べられている係数の決定方法を適用する。この係数の決定方法は、点群を与えられた時、その点群を通過するような係数の決定方法であり、公知のものである。

【００５０】

例えば、入力画像F_{in}が図５（ａ）に示すような画像２５０であった場合、すなわち画像２５０の中心付近に円形の物体２６０が存在する場合、スプライン曲線発生部１２は、円形の物体２６０の周囲に沿ってオペレータが指定した概略の輪郭上の点群271_{xy}を座標列（ｘｎ，ｙｎ）として取り込む。そして、スプライン曲線発生部１２は、点群271_{xy}を補間する曲線２７０が点群271_{xy}を通過するような係数を決定して、スプライン曲線Ｐ（ｔ）を生成する。

【００５１】

上述のようにしてスプライン曲線発生部１２により生成されたスプライン曲線Ｐ（ｔ）は、グラディエント計算部１１に供給される。

また、スプライン曲線発生部１２は、生成したスプライン曲線Ｐ（ｔ）を輪郭の概略として用い、スプライン曲線Ｐ（ｔ）上の各画素について以下の処理を行う（ステップＳ４）。この時、パラメータ座標生成部１３は、曲線Ｐ（ｔ）の助変数ｔを「０」～「１」まで小さな刻み幅で変化させてスプライン曲線発生部１２に対して発生する。

【００５２】

尚、以下に述べるステップＳ４の処理は、パラメータ座標生成部１３からの少しずつ変化した助変数ｔにより、スプライン曲線Ｐ（ｔ）上の各画素を順にたどっていき、各画素（ｘ，ｙ）について繰り返すループ処理である。

先ず、スプライン曲線発生部１２は、パラメータ座標生成部１３からの助変数ｔを上述した「Ｐ（ｔ）＝（ｘ（ｔ），ｙ（ｔ））」の式に代入することにより、対象画素のＸ座標及びＹ座標（以下、対象画素（ｘ，ｙ）と言う。）を求める。そして、スプライン曲線発生部１２は、求めた対象画素（ｘ，ｙ）をグラディエント計算部１１に供給する。

【００５３】

また、スプライン曲線発生部１２は、上記図５（ｂ）に示すように、求めた対象画素（ｘ，ｙ）におけるスプライン曲線Ｐ（ｔ）の接線方向を求める。この接線方向を対象画素（ｘ，ｙ）における輪郭のおよその方向として使用する。すなわち、接線方向は、スプライン曲線Ｐ（ｔ）を微分して得られる速度ベクトルＶ（ｔ）の方向と等しいため、この速度ベクトルＶ（ｔ）を接線方向として、

$$V(t) = d/dt\,P(t)$$

なる式で求める。そして、求めた速度ベクトルＶ（ｔ）の長さを「１」に正規化し、接線ベクトルＴを、

$$T = V(t)/|V(t)|$$

なる式で求め（ステップＳ４．１）、求めた接線ベクトルＴをエッジ強度計算部１４に供給する。

【００５４】

次に、上述のようにしてスプライン曲線発生部１２で得られた接線ベクトルＴを補助情報とし、その補助情報を用いて以下に述べるエッジ検出処理を行う（ステップＳ４．２）。

先ず、エッジ強度計算部１４は、スプライン曲線発生部１２からの接線ベクトルＴを９０°回転させた法線ベクトルＮを求める（ステップＳ４．２．１）。この回転は、スプライン曲線Ｐ（ｔ）の軌跡の進行方向に対して反時計回りを正の向きとする。

【００５５】

すなわち、エッジ強度計算部１４において、上記図３に示すように、座標回転部１４２は、スプライン曲線発生部１２からの接線ベクトルＴを反時計回りに回転した法線ベクトルＮに変換する。この座標回転部１４２における処理は、１倍及び－１倍の係数をかけるのみのごく簡単なものである。

【００５６】

上述のような法線ベクトルＮを求める処理を演算式を用いて表すと、法線ベクトルＮは、

数１に示す行列Ｒを用いて、

【００５７】

【数１】

$$R = \begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

【００５８】

Ｎ　＝　ＲＴ

となる。このようにして求められた法線ベクトルＮは、スプライン曲線Ｐ（ｔ）の法線ベクトルであるため、エッジの向きと推定した輪郭の方向が平行であるならば、各々に垂直な後述するグラディエントとスプライン曲線Ｐ（ｔ）の法線ベクトルＮも平行となる。

【００５９】

次に、上述したグラディエント計算部１１は、スプライン曲線発生部１２からの対象画素（ｘ，ｙ）の近傍３×３画素の領域について、ステップＳ１の処理において取り込んだ入力画像F_{in}の画素値Ｉ（ｘ，ｙ）を読み込み、対象画素（ｘ，ｙ）における画像の勾配（以下、グラディエントと言う。）Ｇを求める。

【００６０】

すなわち、グラディエント計算部１１において、上記図２に示すように、フィルタ演算器１１１は、読み込んだ入力画像F_{in}の画素値Ｉ（ｘ，ｙ）に対してＸ方向のソーベルフィルタS_Xを施す。また、フィルタ演算器１１２は、読み込んだ入力画像F_{in}の画素値Ｉ（ｘ，ｙ）に対してＹ方向のソーベルフィルタS_Yを施す。そして、グラディエント計算部１１は、フィルタ演算器１１１及びフィルタ演算器１１２の出力Ｄｘ，Ｄｙを組み合わせて、対象画素（ｘ，ｙ）における画像のグラディエントＧ（＝（Ｄｘ，Ｄｙ））としてエッジ強度計算部１４に供給する（ステップＳ４．２．２）。

【００６１】

上述のようにして得られたグラディエントＧは、画像の濃淡を標高としてとらえた場合に、傾斜が最大の方向を示すベクトルであり、エッジの方向に垂直なものである。すなわち、グラディエントＧは、入力画像Ｆinの画素値Ｉ（ｘ，ｙ）に対して、Ｇ　＝　ｇｒａｄＩ（ｘ，ｙ）　＝　（Ｄｘ，Ｄｙ）

なる式で表すことができる。

【００６２】

次に、エッジ強度計算部１４は、グラディエント計算部１１で得られたグラディエントＧの長さｌｅｎＧと、グラディエントＧの長さｌｅｎＧが「１」となるように正規化したｎｏｒｍＧとを求める（ステップＳ４．２．３）。

ここで、エッジ強度計算部１４は、上記図３に示すように、グラディエントテーブルT_Gを備えている。このグラディエントテーブルT_Gには、グラディエントＧの長さｌｅｎＧと、それを正規化したｎｏｒｍＧとが［数２］に示す演算式を用いて予め計算された結果が格納されている。

【００６３】

【数２】

$$lenG = \sqrt{Dx^2 + Dy^2}$$

$$normG = G / lenG$$

【００６４】
具体的に説明すると、グラディエントテーブルT_Gは、グラディエント計算部１１で得られたグラディエントＧ（＝（Ｄｘ，Ｄｙ））を入力とし、グラディエントＧの長さｌｅｎＧと、それを正規化したｎｏｒｍＧとを出力とするテーブルである。また、画素値の精度は、通常８ビットであり、Ｘ方向の出力Ｄｘ及びＹ方向の出力Ｄｙも同じ精度が使用されるため、グラディエントテーブルT_Gには、Ｘ方向の出力ＤｘとＹ方向の出力Ｄｙの合わせて１６ビットが入力されるようになされている。このため、任意のＸ方向の出力ＤｘとＹ方向の出力Ｄｙの組み合わせに対して、グラディエントテーブルT_Gの１要素が割り当てられる。したがって、グラディエントテーブルT_Gの各要素に各々、グラディエントＧの長さｌｅｎＧの値と、それを正規化したｎｏｒｍＧの値とが格納されている。このようなグラディエントテーブルT_Gを用いることにより、平方根等の複雑な計算を行うこと無しに、容易に結果を得ることができる。また、グラディエントテーブルT_Gへの入力は、１６ビットとしているため、テーブルサイズ、すなわち要素の数は、「６５５３６」であり、現在の計算機に十分適用することができる。
【００６５】
上述のようなグラディエントテーブルT_Gにより、グラディエント計算部１１で得られたグラディエントＧ（＝（Ｄｘ，Ｄｙ））のグラディエントＧの長さｌｅｎＧと、それを正規化したｎｏｒｍＧが求められる。そして、求められたグラディエントＧの長さｌｅｎＧを正規化したｎｏｒｍＧは、内積計算部１４１に供給されると共に、グラディエントＧの長さｌｅｎＧは、乗算器１４３に供給される。
【００６６】
最後に、エッジ強度計算部１４は、対象画素（ｘ，ｙ）における輪郭のエッジ強度Ｅ（ｘ，ｙ）を上述のようにして求めた法線ベクトルＮ、グラディエントテーブルT_GからのグラディエントＧの長さｌｅｎＧ、それを正規化したｎｏｒｍＧ、及び方向選択指数ｓを持って、

$$E(x, y) = lenG(normG \cdot N)^S$$

なる式により求める。
【００６７】
すなわち、エッジ強度計算部１４において、上記図３に示すように、先ず、内積計算部１４１は、法線ベクトルＮと、グラディエントＧの長さｌｅｎＧを正規化したｎｏｒｍＧとの内積「ｎｏｒｍＧ・Ｎ」を、乗算により求める。この結果がグラディエントＧと法線ベクトルＮのなす角度θのコサイン「ｃｏｓθ」となる。
【００６８】
次に、コサインテーブルT_Cを用いて、供給される方向選択指数ｓにより、

$$\cos^S\theta$$

を求める。このコサインテーブルT_Cは、内積計算部１４１で得られたコサイン「ｃｏｓθ」を入力とし、コサイン「ｃｏｓθ」のＳ乗を出力とするテーブルであり、コサインテーブルT_Cから出力されるコサイン「ｃｏｓθ」のＳ乗（＝$\cos^S\theta$）は、乗算器１４３に供給される。ここで、本実施例では、方向選択指数ｓは、予め設定されている固定値としているため、コサインテーブルT_Cへの入力は、内積計算部１４１で得られた内積の結果であり、コサインテーブルT_Cは、入力が８ビット程度の小さなテーブルである。この

ようなコサインテーブルT_Cを用いることにより、複雑な計算を行うこと無しに、コサインのＳ乗「$\cos^S\theta$」を容易に求めることができる。

【００６９】

そして、最後に、乗算器１４３は、グラディエントテーブルT_GからのグラディエントＧの長さｌｅｎＧと、コサインテーブルT_CからのコサインのＳ乗「$\cos^S\theta$」とを掛け合わせ、掛け合わせた結果をエッジ強度Ｅとして出力する。ここで、エッジ強度計算部１４に供給される方向選択指数ｓは、どの程度選択的に特定方向のエッジにだけ反応するかを決定する指数である。この方向選択指数ｓは、値が大きければその分指向性が強くなるため、不要なエッジの混入をより強く阻止することができるが、所望の方向、すなわち推定したエッジ方向と実際のエッジ方向が少しでもずれていた場合には、エッジ強度の減衰を引き起こす。そこで、方向選択指数ｓは、通常２～８の間の値が設定されている。

【００７０】

例えば、図６に示すように、方向選択指数ｓが大きくなると、グラディエントＧと法線ベクトルＮが同じ方向、すなわち内積「ｎｏｒｍＧ・Ｎ」の値が「１」に近い場合のみ、エッジ強度Ｅ（ｘ，ｙ）が大きい値となる。すなわち、高い指向性が得られる。また、方向選択指数ｓを「１」とした場合には、上述したロビンソンの３レベルのフィルタ、プレウイットのコンパスフィルタ、及びキルシュのフィルタにおける指向性と同じ指向性が得られる。

【００７１】

上述のようなステップＳ４の処理を概略の輪郭を与えるスプライン曲線Ｐ（ｔ）上の各画素（ｘ，ｙ）に対して行う。したがって、エッジ強度計算部１４からは、図７に示すように、入力画像F_{in}から得られたエッジ強度画像F_{out}が出力される（ステップＳ５）。

上述のように、本実施例では、エッジ強度Ｅを求める処理において、グラディエントＧと法線ベクトルＮのなす角度を直接求めずに、内積の計算により直接コサイン「ｃｏｓθ」を求めているため、３角関数の計算等の複雑な処理を行う必要が無い。すなわち、グラディエントＧと法線ベクトルＮのなす角度の大きさと対応する量が、乗算２回と加算１回のみのはるかに少ない計算量で算出することができる。

【００７２】

また、従来のエッジ検出方法及びエッジ検出装置では、上記図１２の（ｂ）に示した前景物体内の色の差や背景物体の交差による不要なエッジ２２１ａ～２２１ｃの混入が不可避であり、例えば、推定したエッジ方向から４５°ずれた方向のエッジの強度は２９％の減衰、６０°ずれた方向のエッジの強度は５０％の減衰しか得られないのに対して、本実施例によると、上記図６に示すように、方向選択指数ｓを「４」とした場合、推定したエッジ方向から４５°ずれた方向のエッジの強度は７５％の減衰、６０°ずれた方向のエッジの強度は９４％の減衰を得ることができる。また、上述のような前景内の色変化や背景によって生じるうるエッジ２２１ａ～２２１ｃの方向は、対象物体の輪郭の方向とは大きく異なる角度となるため、上述したような強い指向性を用いることにより、不要なエッジの混入をほぼ完全に除去することができる。

【００７３】

また、概略の輪郭の方向の推定値である接線ベクトルＴ、及び入力画像F_{in}のグラディエントＧを輪郭上の各画素毎に求めるため、輪郭上の各点において輪郭に沿ったエッジを選択的に検出することができる。

例えば、上記図５（ａ）に示した画像２５０において、円形の物体２６０内の色の違いがある箇所Ａ，Ｂでは、法線ベクトルＮは、曲線２７０に垂直な方向となり、円形の物体２６０内の色の違いにより生じる水平な線上では、グラディエントＧは、上記水平な線に対して垂直方向となる。このため、上記法線ベクトルＮと上記グラディエントＧの角度差は、９０°となり、上記図６に示すように、エッジ強度Ｅは、「０」となる。すなわち、円形の物体２６０内のエッジは、検出されない。一方、輪郭を表すエッジは、曲線２７０に沿うため、箇所Ａ，Ｂにおけるグラディエントは、水平方向となる。これは法線ベクトルＮと同じ方向であり、このため、輪郭を表すエッジは、強く検出される。したがって、

上記図１２（ｂ）に示したような不要なエッジ２２１ａ，２２１ｂ，２２１ｃを混入することなく、本来求めたいエッジのみを検出することができる。

【００７４】

また、エッジ強度計算部１４に対してエッジの方向を推定した情報である接線ベクトルＴを補助情報として与え、エッジ強度計算部１４を特定の方向に強く反応するものとすることにより、不要なエッジが混入することなく必要なエッジのみを高いＳ／Ｎ比で検出することができる。

【００７５】

また、オペレータにより入力された輪郭の概略から各位置での対象物体のエッジの方向を算出できるため、オペレータの作業量を増やすこと無く、手間をかけずに必要なエッジのみを検出することができる。

尚、上述した実施例では、方向選択指数ｓの設定値を２～８の間の値としたが、エッジの推定方向の精度をさらに高くし、方向選択指数ｓにさらに大きな値を設定してもよい。これにより、指向性をさらに強めることができる。

【００７６】

また、方向選択指数ｓの値を外部から入力することにより、状況に応じて方向選択指数ｓの値を変化させてもよい。通常、方向選択指数ｓの値は、数通り選択できれば十分であるため、方向選択指数ｓを入力とするコサインテーブルT_C追加ビット数は、４ビット程度でよい。また、方向選択指数ｓの値を整数に限定して、計算機が乗算の繰り返しとして冪乗を計算してもよい。

【００７７】

また、上述した実施例では、コサイン「ｃｏｓθ」の冪乗を使用してエッジ強度を求めることとしたが、上記図３に示した内積演算部１４１の出力をＩＰ、指向性の分布関数をｆ（θ）として、

$f(\cos^{-1}IP)$

を計算し、その結果を使用してエッジ強度を求めてもよい。これにより、例えば、図８に示すように、推定したエッジ方向と実際のエッジ方向のなす角度θがしきい値Ｋ以下の場合には、エッジ強度を減衰させず、しきい値Ｋを超えた場合には、エッジ強度を急峻に減衰させる指向性を得ることができる。

【００７８】

具体的に説明すると、先ず、所望の分布形状を定義し、上記図８に示したグラフの横軸の値をコサインに変換する。次に、コサインの値各々に対する減衰率、すなわち「$f(\cos^{-1}IP)$」の計算結果をテーブルに格納する。このテーブルを上述した実施例で用いたコサインテーブルT_Cの代わりに使用する。したがって、分布関数ｆ（θ）を使用してエッジ強度を求めることができる。

【００７９】

また、分布関数ｆ（θ）が方向選択指数ｓをも変数として持つこととしてもよい。すなわち、分布関数ｆ（θｓ）を使用してエッジ強度を求めてもよい。この場合には、方向選択指数ｓをも上記テーブルの入力とし、方向選択指数ｓを変化させながらエッジ強度を求める。

【００８０】

また、上述した実施例では、輪郭の概略を３次スプライン形式で表現されるスプライン曲線Ｐ（ｔ）としたが、異なる次数のスプライン形式で表現されるものとしてもよい。また、助変数ｔを用いずに、インプリサイトフォーム（ｉｍｐｌｉｃｉｔ　ｆｏｒｍ）形式で表現される曲線

$Q(x, y) = 0$

としてもよい。

【００８１】

また、オペレータが描画した概略の輪郭線の画像を細線化し、隣接する画素の位置関係からエッジの方向を推定してもよい。この場合には、上記図４に示したステップＳ３におい

て、概略の輪郭線の画像を細線化し、上記図４に示したステップＳ４．１において、細線化した画像中の対象画素に隣接する複数の画素の並びからその位置における輪郭の方向を求めるようにする。

【００８２】

また、上記図４に示したステップＳ４において、特定の方向のエッジに選択的に反応するような複数のフィルタ、例えば、コンパスオペレータ（ｃｏｍｐａｓｓ　ｏｐｅｒａｔｏｒ）を用いて、エッジの推定した方向を基にしてその方向に対する検出能力の最も高いフィルタを上記複数のフィルタから選択してエッジ強度を求めるようにしてもよい。

【００８３】

また、上述した実施例では、輪郭の概略を表す情報がオペレータにより入力されるものとしたが、複数枚の時間的に連続する画像、すなわち動画像から連続的にエッジを検出することとしてもよい。

この場合には、上記図４に示したフローチャートのステップＳ２の処理において、概略の輪郭を座標列（ｘｎ，ｙｎ）として取り込むのではなく、現在の処理対象の画像に対して直前の画像、直前の画像から得られたエッジ検出の結果、及び現在の処理対象の画像の３つの情報から現在の処理対象の画像における輪郭を推定する。

【００８４】

すなわち、図９に示すように、先ず、現在の処理対象の画像F_Cの直前の画像F_Pに対するエッジ検出処理の結果得られたエッジ３０上に一定間隔で画素（以下、マークと言う）３$1_1$，３$1_2$，３$1_3$，・・・を結ぶ。次に、各マーク３$1_1$，３$1_2$，３$1_3$，・・・に対して、各々マークを含む小ブロックを定める。例えば、マーク３$1_1$に対しては、マーク３$1_1$を含む小ブロック３２を定める。このようにして定めた小ブロック内のデータと最も相関が高い部分を現在の処理対象の画像F_C中からブロックマッチング処理により検出する。

【００８５】

このブロックマッチング処理においては、先ず、例えば、小ブロック３２内の画素値と、現在の処理対象の画像F_C中の同じ大きさのブロック内の画素値とを比較し、その差の総和の大小により相関の高さを決定することにより、最も相関が高いブロック３３を検出する。この時、ブロック３３における画素３４が小ブロック３２のマーク３$1_1$に対応する画素となる。マーク３$1_1$以外のマーク３$1_2$，３$1_3$，・・・に対しても同様にして、対応する画素を現在の処理対象の画像F_C中から検出する。

【００８６】

したがって、上記図４に示したフローチャートのステップＳ３の処理において、上述のようにして得られた一連の対応する画素の座標列を用いて、スプライン曲線Ｐ（ｔ）を生成する。

上述のように、現在の処理対象の画像と直前の画像からブロックマッチング処理により連続的に輪郭を抽出し、その輪郭を用いてエッジ検出を行うことにより、動画像に対してオペレータの介在なく自動的にエッジを検出することができる。また、この場合、ブロックマッチング処理に用いる画像を現在の処理対象の画像と直前の画像のみではなく、画像の枚数を増やしてブロックマッチング処理を行ってもよい。これにより、ブロックの移動量の算出精度を高めることができるため、より正確にエッジを検出することができる。

【００８７】

また、時間的に離れた複数の画像において、上記図４に示したフローチャートのステップＳ２の処理にキーフレーム法を適用してもよい。すなわち、複数の画像についてオペレータが形状の指示を与え、中間の画像については計算機が補間によりオペレータの代替を行う手法を適用してもよい。この場合には、上記ステップＳ２の処理において、概略の輪郭をオペレータが設定し、中間の画像群については、概略の輪郭上の点群を補間し、自動的にその画像におけるスプライン曲線を生成する。

【００８８】

上述のように複数枚の画像と過去のエッジ検出の結果を基にして現在の処理対象の画像に

おけるエッジを検出することにより、フレーム間の相関を用いてさらに精度良くエッジ方向又は色の変化の情報である補助情報を求めることができる。したがって、エッジ検出精度をさらに高めることができ、動画像におけるエッジ検出を手間をかけずに行うことができる。

【００８９】

【発明の効果】

本発明に係るエッジ検出方法では、推定手段によりあらかじめ示されているエッジ抽出処理対象の点群に沿うように曲線を発生させ、発生させた曲線上に存在する点に対して、入力画像データにおける各位置のエッジ方向を推定し、グラディエント算出手段により入力画像データにおける各位置のグラディエントを求め、グラディエント強度算出手段により、上記推定したエッジ方向と、上記グラディエントのなす角度と、上記グラディエントの大きさと、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントとのなす角度の絶対値が小さいほど大きい値をとる指向性を決定する指数と、からエッジ強度を算出してエッジを検出する。

これにより、エッジ検出において強い指向性を得ることができ、不要なエッジが混入すること無く、対象物体の輪郭を構成するエッジのみを検出することができる。したがって、検出精度を高めることができる。

【００９０】

また、本発明に係るエッジ検出方法では、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントのなす角度のコサインを求めてエッジ強度を算出する。これにより、少ない計算量でエッジ強度を算出することができる。したがって、良好なエッジ画像を容易に得ることができる。

【００９１】

また、本発明に係るエッジ検出方法では、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントのなす角度と、上記グラディエントの大きさと、指向性を決定する指数から、エッジ強度を算出するので、少ない計算量でエッジ強度を算出することができる。したがって、良好なエッジ画像を容易に得ることができる。

【００９２】

また、本発明に係るエッジ検出方法では、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントのなす角度のコサインを、予め正規化したベクトルである上記推定したエッジ方向と、長さを「１」に正規化した上記グラディエントとの内積として求める。これにより、さらに強い指向性を得ることができ、さらに少ない計算量でエッジ強度を算出することができる。したがって、良好なエッジ画像をさらに容易に得ることができる。

【００９４】

本発明に係るエッジ検出装置では、あらかじめ示されているエッジ抽出処理対象の点群に沿うように曲線を発生させ、発生させた曲線上に存在する点に対して、入力画像データにおける各位置のエッジ方向を推定手段により推定するとともに、入力画像データにおける各位置のグラディエントをグラディエント算出手段により求め、上記推定手段で推定したエッジ方向と、上記グラディエント算出手段で得られたグラディエントのなす角度と、上記グラディエントの大きさと、指向性を決定する指数から、エッジ強度算出手段によりエッジ強度を算出し、上記エッジ強度算出手段で得られたエッジ強度から検出手段によりエッジを検出する。上記指数は、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントのなす角度の絶対値が小さいほど、大きい値をとる。

これにより、エッジ検出において強い指向性を得ることができ、不要なエッジが混入すること無く、対象物体の輪郭を構成するエッジのみを検出することができる。したがって、エッジ検出精度を高めることができる。

【００９５】

また、本発明に係るエッジ検出装置では、上記エッジ強度算出手段は、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントのなす角度のコサインを求めてエッジ強度を算出する。これにより、少ない計算量でエッジ強度を算出することができる。したがって、良好なエッジ

画像を容易に得ることができる。

【００９６】

また、本発明に係るエッジ検出装置では、上記エッジ強度算出手段により、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントのなす角度と、上記グラディエントの大きさと、指向性を決定する指数から、エッジ強度を算出するので、少ない計算量でエッジ強度を算出することができる。したがって、良好なエッジ画像を容易に得ることができる。

【００９７】

また、本発明に係るエッジ検出装置では、上記エッジ強度算出手段は、上記推定したエッジ方向と上記グラディエントのなす角度のコサインを、予め正規化したベクトルである上記推定したエッジ方向と、長さを「１」に正規化した上記グラディエントとの内積として求める。これにより、さらに強い指向性を得ることができ、さらに少ない計算量でエッジ強度を算出することができる。したがって、良好なエッジ画像をさらに容易に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明に係るエッジ検出装置の構成を示すブロック図である。

【図２】上記エッジ検出装置のグラディエント計算部の構成を示すブロック図である。

【図３】上記エッジ検出装置のエッジ強度計算部の構成を示すブロック図である。

【図４】上記エッジ検出装置におけるエッジ検出処理を示すフローチャートである。

【図５】概略の輪郭を与える曲線を説明するための図である。

【図６】方向選択指数とエッジ強度の関係を示すグラフである。

【図７】入力画像とエッジ強度画像の関係を説明するための図である。

【図８】指向性分布関数を用いてエッジ強度を求める場合を説明するための図である。

【図９】ブロックマッチング処理を説明するための図である。

【図１０】特定方向のエッジを検出するソーベルフィルタを示す略線図である。

【図１１】従来のエッジ検出方法を用いて物体内部に色の違いがある画像のエッジ検出を行った場合の結果を説明するための図である。

【図１２】オペレータにより入力される輪郭の概略を使用する従来のエッジ検出方法を用いて物体内部に色の違いがある画像のエッジ検出を行った場合の結果を説明するための図である。

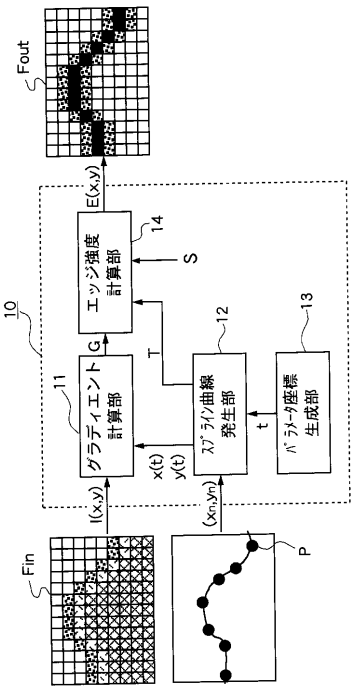
【図１３】特定方向のエッジを検出するロビンソン３レベルフィルタ群を示す略線図である。

【図１４】従来のエッジ検出方法における指向性と実用上必要となる指向性の比較を説明するための図である。

【符号の説明】

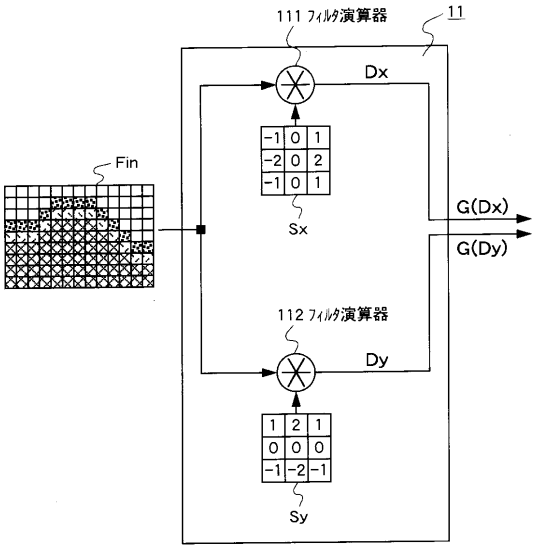
１０　エッジ検出装置
１１　グラディエント計算部
１２　スプライン曲線発生部
１３　パラメータ座標生成部
１４　エッジ強度計算部

【図１】



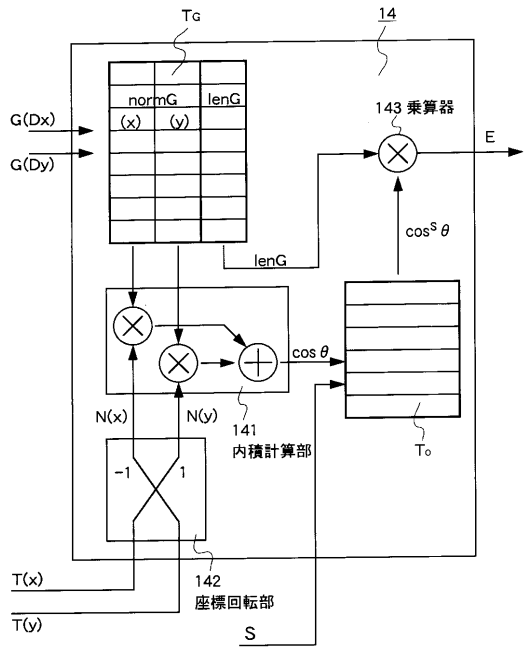
実施例におけるエッジ検出装置

【図２】



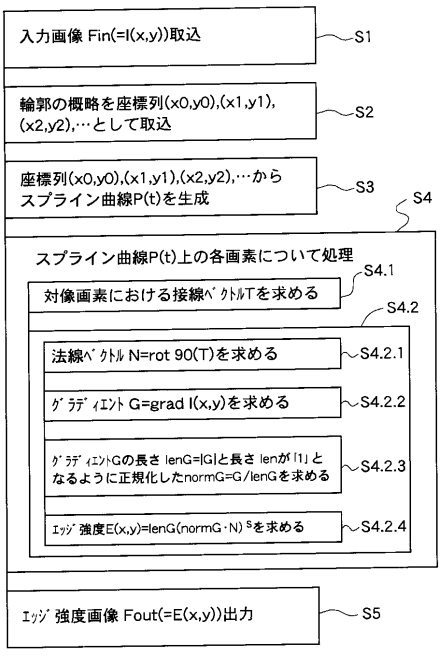
グラディエント計算部

【図３】



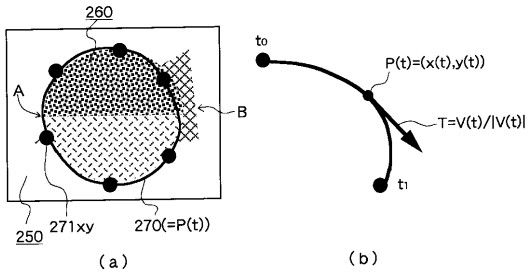
エッジ強度計算部

【図４】



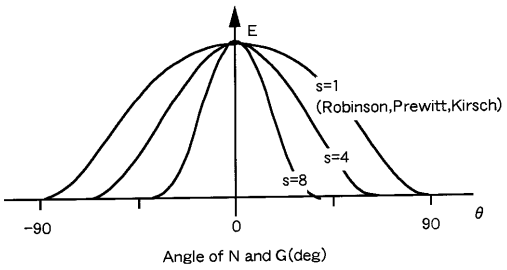
エッジ検出処理

【図５】



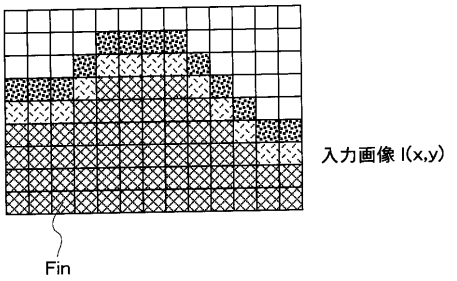
概略の輪郭を与える曲線

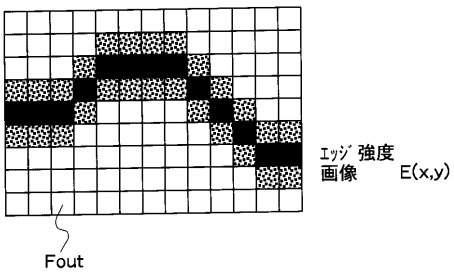
【図６】



方向選択指数Ｓとエッジ強度Ｅ

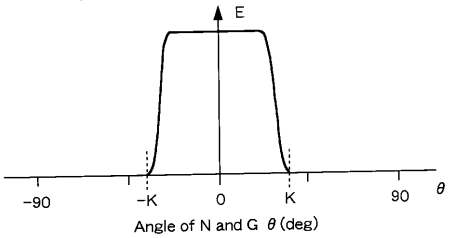
【図７】





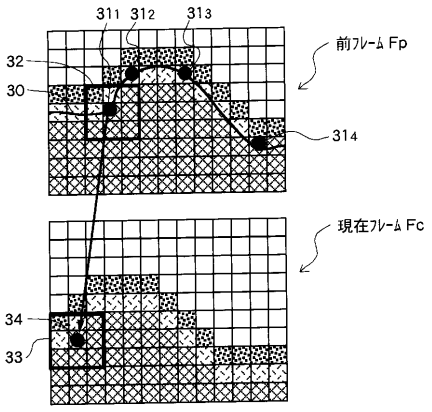
入力画像とエッジ強度画像

【図８】



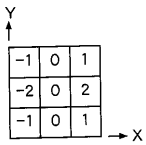
しきい値による指向性分布関数

【図９】



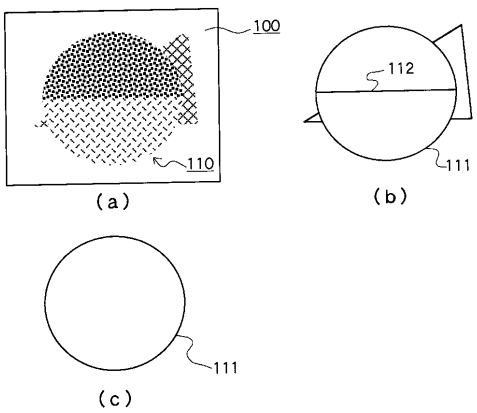
ブロックマッチング

【図１０】



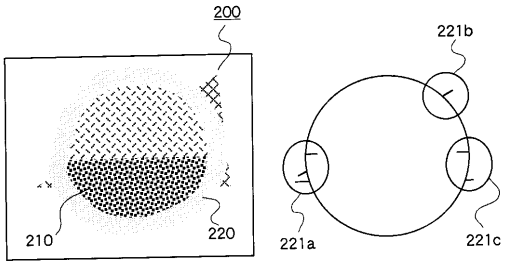
ソーベルフィルタ

【図１１】



物体内部に色の違いがある場合

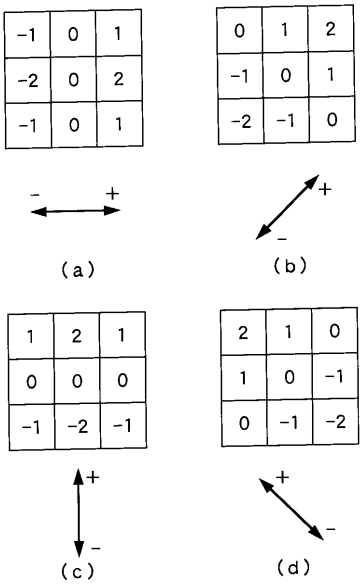
【図１２】



（ａ） （ｂ）

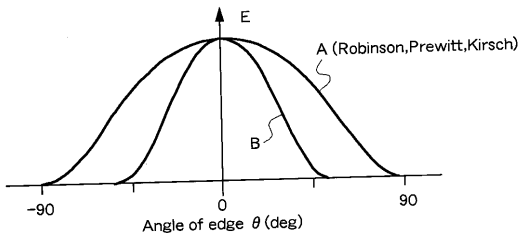
ｵﾍﾟﾚｰﾀが輪郭の概略を入力する場合

【図１３】



ロビンソン３レベルフィルタ群

【図１４】



従来のエッジ検出方法における指向性と
実用上必要となる指向性

フロントページの続き

(72)発明者　横山　琢
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内

審査官　松尾　俊介

(56)参考文献　特開平０７－０９３５６１（ＪＰ，Ａ）
特開昭６０－２００３７３（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２４１７５１（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－１３１９７４（ＪＰ，Ａ）