

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4001162号
(P4001162)

(45) 発行日 平成19年10月31日(2007.10.31)

(24) 登録日 平成19年8月24日(2007.8.24)

(51) Int. Cl.		F I			
G06T	1/00	(2006.01)	G06T	1/00	510
G06T	7/00	(2006.01)	G06T	7/00	100
H04N	1/60	(2006.01)	H04N	1/40	D
H04N	1/46	(2006.01)	H04N	1/46	Z

請求項の数 7 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2005-321619 (P2005-321619)	(73) 特許権者	000002945
(22) 出願日	平成17年11月4日(2005.11.4)		オムロン株式会社
(65) 公開番号	特開2007-128373 (P2007-128373A)		京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町
(43) 公開日	平成19年5月24日(2007.5.24)		801番地
審査請求日	平成18年9月13日(2006.9.13)	(74) 代理人	100078916
早期審査対象出願			弁理士 鈴木 由充
		(72) 発明者	吉浦 豪
			京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
			動堂町801番地 オムロン株式会社内
		(72) 発明者	小松 幸広
			京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
			動堂町801番地 オムロン株式会社内
		審査官	真木 健彦
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理方法、画像処理用のプログラムならびにその記憶媒体、および画像処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

カラー画像において、色彩の異なる領域間の境界に位置する点を抽出するための画像処理方法であって、

処理対象のカラー画像を構成する各画素について、その画素を中心とする所定大きさの処理対象領域を設定するステップAと、

前記処理対象領域内の中心の画素について、この領域内の各画素のデータを用いて、直交する2方向X, Y毎に、当該方向における色差の変化の大きさを求めるステップBと、

前記ステップBで求めたXおよびYの各方向の色差の変化の大きさが、前記色彩の異なる領域間の境界で認められる色差の変化の大きさに相当する処理対象領域について、領域内の各画素が有する色情報を3つの独立した色パラメータで表したときの少なくとも1つの色パラメータの値に基づき、領域の中心の画素を境に色パラメータが変化している方向を求め、その変化の方向を示すベクトルが前記X, Yの各方向により規定される座標系のいずれの象限に対応するかを判別するステップCと、

前記ステップCが実行された処理対象領域の中心の画素について、ステップCでの判別結果と前記ステップBで求められたXおよびY方向における色差の変化の大きさをを用いて、前記色彩の変化が生じている方向を特定するステップDとを実行することを特徴とする画像処理方法。

【請求項2】

前記ステップCでは、前記色パラメータの変化の方向を示すベクトルについて、第3象

10

20

限に対応するベクトルをその方向を反転させた第1象限に対応するベクトルとして判別するか、もしくは、第1象限に対応するベクトルをその方向を反転させた第3象限に対応するベクトルとして判別する一方、第4象限に対応するベクトルをその方向を反転させた第2象限に対応するベクトルとして判別するか、もしくは、第2象限に対応するベクトルをその方向を反転させた第4象限に対応するベクトルとして判別する請求項1に記載された画像処理方法。

【請求項3】

前記ステップCでは、前記処理対象領域内の画素配列に前記直交する2方向X, Yにより規定される座標系を対応づけた場合に、その座標系の第1象限と第3象限とを結ぶ直線群のいずれかの直線に平行な直線上の2点と、前記座標系の第2象限と第4象限とを結ぶ直線群のいずれかの直線に平行な直線上の2点とについて、それぞれ2点間における前記色パラメータの値の差を抽出し、この差の値が大きい方の2点を結ぶベクトルに対応する象限を、前記色パラメータの変化の方向を示すベクトルに対応する象限として判別する請求項1に記載された画像処理方法。

10

【請求項4】

前記ステップCでは、前記処理対象領域の画素のデータを用いて、X, Yの方向毎にその方向における各色パラメータの値の変化量を成分とするベクトルを設定した場合の各ベクトルの内積に相当する判定用パラメータを求め、この判定用パラメータの値に基づき前記色パラメータの変化の方向を示すベクトルに対応する象限を判別する請求項1に記載された画像処理方法。

20

【請求項5】

カラー画像の処理が可能なコンピュータに、前記カラー画像上で色彩の異なる領域間の境界に位置する点を抽出する機能を設定するためのプログラムであって、

前記カラー画像を構成する各画素に順に着目して、この着目画素を中心に所定大きさの処理対象領域を設定する領域設定手段；

前記着目画素について、前記処理対象領域内の各画素のデータを用いて、直交する2方向X, Y毎に、当該方向における色差の変化の大きさを求める色差算出手段；

前記色差算出手段が求めた各方向の色差の変化の大きさが前記色彩の異なる領域間の境界で認められる色差の変化の大きさに相当する処理対象領域について、領域内の各画素のデータを用いて、これらの画素が有する色情報を3つの独立した色パラメータで表したときの少なくとも1つの色パラメータの値に基づき、領域の中心の画素を境に色パラメータが変化する方向を求め、その変化の方向を示すベクトルが前記X, Yの各方向により規定される座標系のいずれの象限に対応するかを判別する判別手段；

30

前記判別手段の判別対象とされた処理対象領域の中心の画素について、前記判別結果と前記色差算出手段により求められたX, Yの各方向における色差の変化の大きさとを用いて、前記色彩の変化が生じている方向を表す情報を求める方向特定手段；
の各手段として、前記コンピュータを機能させるためのプログラムが含まれている画像処理用のプログラム。

【請求項6】

請求項5に記載されたカラー画像処理用のプログラムが格納されたプログラムの記憶媒体。

40

【請求項7】

カラー画像の処理が可能な画像処理装置であって、

前記カラー画像を構成する各画素に順に着目して、この着目画素を中心に所定大きさの処理対象領域を設定する領域設定手段；

前記着目画素について、前記処理対象領域内の各画素のデータを用いて、直交する2方向X, Y毎に、当該方向における色差の変化の大きさを求める色差算出手段；

前記色差算出手段が求めた各方向の色差の変化の大きさが前記色彩の異なる領域間の境界で認められる色差の変化の大きさに相当する処理対象領域について、領域内の各画素のデータを用いて、これらの画素が有する色情報を3つの独立した色パラメータで表したと

50

きの少なくとも1つの色パラメータの値に基づき、領域の中心の画素を境に色パラメータが変化する方向を求め、その変化の方向を示すベクトルが前記X, Yの各方向により規定される座標系のいずれの象限に対応するかを判別する判別手段；

前記判別手段の判別対象とされた処理対象領域の中心の画素について、前記判別結果と前記色差算出手段により求められたX, Yの各方向における色差の変化の大きさとを用いて、前記色彩の変化が生じている方向を表す情報を求める方向特定手段；

の各手段を具備する画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

この発明は、カラー画像を対象とする画像処理技術に関する。特に、この発明は、色彩の異なる領域間の境界に位置する点を認識するための画像処理方法、その方法を実行する機能をコンピュータに設定するためのプログラム、および前記方法を実行する機能を有する画像処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来のモノクロの濃淡画像処理で測定対象の物体を検出する際には、エッジ抽出処理が行われることが多い。さらに、近年、出願人により、高精度の処理を行うために、画像上のエッジを構成する点（以下、「エッジ点」という。）毎に、水平方向および垂直方向における濃度差に基づき、濃度勾配方向を表す角度データ（以下、「エッジコード」という。）を求めることが提案されている。

20

【0003】

たとえば、所定の輪郭形状を有する対象物を抽出する場合には、あらかじめ対象物のモデルの画像を用いて前記エッジコードの基準の分布パターンを登録しておき、処理対象の画像において、前記基準の分布パターンに近い状態でエッジコードが分布している領域を抽出する（特許文献1参照。）。また線状の対象物を検出する場合には、エッジコードを用いて前記対象物の輪郭を構成するエッジ点を特定した後、そのエッジコードの方向に直交する方向に沿って線分を設定する（特許文献2参照。）。

【0004】

【特許文献1】特開2002-230549 公報

30

【特許文献2】特開2004-133811 公報

【0005】

一方、カラー画像は、一般に、R, G, Bの画像データを組み合わせた構成をとるので、エッジコードを用いた処理を行う場合には、カラー画像データをモノクロの濃淡画像データに変換する必要があった。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、色彩の変化の方向をエッジコードに正しく反映させるには、各種の色彩がそれぞれ異なる濃度で表わされるような変換処理を行う必要があるため、変換のための演算が複雑になり、処理に時間がかかるという問題がある。

40

このため、モノクロ画像におけるエッジコードの算出方法をカラー画像に適用するための方法を考える必要がある。

【0007】

モノクロの濃淡画像におけるエッジコードは、濃度が変化する方向（濃度勾配方向）を表すものであるが、カラー画像では、色彩の大きな変化によってエッジが生じるから、その色彩の変化の方向をエッジコードとするのが適切であると考えられる。すなわち、モノクロ濃淡画像の処理では、水平方向および垂直方向についてそれぞれ濃度の変化量を求め、これらの変化量からエッジコードを算出していたが、カラー画像の処理では、濃度の変化量に代えて、水平、垂直の各方向における色彩の変化量（色差）を求めるべきであると

50

考えられる。

【 0 0 0 8 】

ここで、色差の算出方法について、具体例を用いて説明する。

たとえば R , G , B の三原色のパラメータ (以下、これらを「色パラメータ」という。) によって色彩が表わされている場合には、各色彩は、前記各色パラメータを軸とするユークリッド空間 (以下、「色空間」という。) 内の 1 点にプロットされる。また色差は、この色空間における 2 点間の距離として表される。

【 0 0 0 9 】

たとえば、図 9 に示すように、水平方向を X 軸、垂直方向を Y 軸とする X Y 座標系が設定された画像において、隣り合う 2 つの画素の画像データを、それぞれ (R a , G a , B a) (R b , G b , B b) とすると、これらの色彩は、色空間の前記画像データに対応する点 A , B にプロットされる。この場合、各画素間における色差 C D は、下記の [1] 式により求められる。

【 0 0 1 0 】

【 数 1 】

$$CD = \sqrt{(R a - R b)^2 + (G a - G b)^2 + (B a - B b)^2} \quad \dots [1]$$

【 0 0 1 1 】

上記によれば、カラー画像においては、X , Y の各方向毎に、濃度差に代えて、上記の [1] 式を用いて色差を求めれば良いように思われる。しかし、上記の [1] 式で求められる値は常に正の値であるため、算出されるエッジコードは、色彩の変化を正しく反映しないものとなる。

【 0 0 1 2 】

上記問題を図 1 0 , 1 1 を用いて説明する。まず図 1 0 は、色彩変化の方向を特定するための座標系を示す。

従来のモノクロ濃淡画像の処理では、X , Y のいずれの方向でも、正または負の値を持つ濃度差が得られるため、この座標系の原点 O をエッジ点に対応させて、前記 X , Y の各方向における濃度差によるベクトルの合成ベクトルを設定することにより、エッジ点を境に濃度が変化している方向を正しく表すことができる。すなわち、モノクロ濃淡画像から求められるエッジコードは、図 1 0 の X Y 座標系のすべての象限に分布すると考えられる。これに対し、カラー画像の場合の色差は、0 または正の値となるから、エッジコードは第 1 象限の範囲に限定されてしまう。

【 0 0 1 3 】

図 1 1 は、2 種類の色彩が現れている局所領域 (5 画素 x 5 画素) において、領域の中央に位置する画素を境に色彩が変化している方向を示す。

図示例において、画像 G 1 と G 2 とでは、2 つの色彩領域 (塗りつぶしの領域と白地の領域) の位置が反転しているが、各領域の境界線の位置や傾きは一致している。色彩間には正負の関係はないので、画像 G 1 , G 2 における色彩の変化の方向は同一であり、ともに左下から右上に向かう方向に沿って色彩が変化していると考えられる。

【 0 0 1 4 】

一方、画像 G 3 では、色彩領域間の境界線の傾きが画像 G 1 , G 2 とは異なる方向を向いているため、色彩の変化の方向も、画像 G 1 , G 2 とは異なるものになる。

しかしながら、画像 G 3 では、画像 G 1 , G 2 と同じ値の色差が得られるだけであるので、上記の色彩変化の方向の違いを反映するようなエッジコードを得ることはできない。

【 0 0 1 5 】

この発明は上記の問題に着目してなされたもので、カラー画像上で色彩の異なる領域の境界に位置する点をエッジ点として抽出する場合に、そのエッジ点における色彩の変化の方向を正しく特定できるようにすることを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

10

20

30

40

50

【0016】

この発明にかかる画像処理方法は、カラー画像において、色彩の異なる領域間の境界に位置するエッジ点を抽出するためのものである。この方法では、処理対象のカラー画像を構成する各画素について、その画素を中心とする所定大きさの処理対象領域を設定するステップAと、前記処理対象領域内の中心の画素について、この領域内の各画素のデータを用いて、直交する2方向X、Y毎に、当該方向における色差の変化の大きさを求めるステップBと、前記ステップBで求めたXおよびYの各方向の色差の変化の大きさが、色彩の異なる領域間の境界で認められる色差の変化の大きさに相当する処理対象領域について、領域内の各画素が有する色情報を3つの独立した色パラメータで表したときの少なくとも1つの色パラメータの値に基づき、領域の中心の画素を境に色パラメータが変化している方向を求め、その変化の方向を示すベクトルが前記X、Yの各方向により規定される座標系のいずれの象限に対応するかを判別するステップCと、ステップCが実行された処理対象領域の中心の画素について、ステップCでの判別結果と前記ステップBで求められたXおよびY方向における色差の変化の大きさとを用いて、前記色彩の変化が生じている方向を特定するステップDとを実行する。

10

なお、この方法では、画像の水平方向をX方向とし、垂直方向をY方向としてもよいが、X、Yの方向の設定は、これに限定されるものではない。

【0017】

ここで色差とは、色彩を3つの独立した色パラメータにより表し、ある色と他の色との色の違いをその色パラメータによって規定される数値の差として表したものをいう。「色差の変化の大きさ」には、特定画素間の色差の大きさや、画素間の色差の大きさを当該画素間の画面上の距離もしくはそれに相当する値で割って勾配を求める場合の算出値が含まれる。また3つの独立した色パラメータを3次元座標として得られる色空間内で、ある色と他の色とをプロットし、それらの間の距離を色差としてもよい。色パラメータには、RGB表示、XYZ表示系、 $L^* a^* b^*$ 表色系、 $L^* C^* H^*$ 表色系、HSV表示系など、種々の表示系に応じた色パラメータを用いることができる。

20

【0018】

また、処理対象領域内の中心の画素について、領域内の各画素のデータを用いて直交する2方向X、Y毎に色差の変化の大きさを求める処理には、処理対象領域内の画素を、中心にある画素に対するX、Y座標上の相対的な位置関係に基づいて重み付けして色差の変化の大きさを求める場合が含まれる。

30

【0019】

ステップAでは、たとえば着目対象の画素を中心にして、X、Yの各方向における画素数が同一になるような処理対象領域を設定する。ステップBでは、上記の処理対象領域において、たとえば、前記3つの独立した色パラメータ(たとえばR、G、B)の画像毎に、上記の概念に基づきX、Yの各方向における色差の変化の大きさを求める。

【0020】

ステップCにおいて、「処理対象領域内の各画素が有する色情報を3つの独立した色パラメータで表したときの少なくとも1つの色パラメータの値に基づき、領域の中心の画素を境に色パラメータが変化している方向を求める」処理には、1つの色パラメータの数値を用いる場合や、3つの色パラメータのうち2つもしくは3つの数値をそのまま比較して最も変化の大きい色パラメータの方向を抽出する場合や、3つの色パラメータのうち2つもしくは3つの数値をそれぞれ変化の大きさを重み付けして合成して得られる方向を抽出する場合が含まれる。

40

【0021】

またステップCでは、処理対象領域における色彩の変化の方向を示すベクトルが、前記図10に示した第1～第4の各象限のいずれの範囲に対応するかを判別しても良いが、これに限らず、判別の範囲を第1象限および第2象限に限定してもよい。前記したように、色彩の間には正負の関係がないため、前記図11の画像G1、G2のように、色彩が反転している場合の色彩変化の方向を同一方向とすれば、第3象限に対応する方向は第1象限

50

に対応し、第4象限に対応する方向は第2象限に対応すると、考えられるからである。

【0022】

このようにステップBにおいて、X, Yの方向毎に色差の変化の大きさを求め、ステップCにおいて、色彩変化の方向がいずれの象限に対応するかを具体的に認識することができる。よって、ステップDでは、ステップCで判別された象限に含まれ、かつX, Yの各色差の変化に対応する方向について、たとえば、Xの正方向に対する角度を求めることができる。

なお、ステップDでは、色彩変化の方向を示す角度を特定するのが望ましいが、これに限らず、たとえば、X, Yの各方向における色差の比に、+, -の符号(ステップCで判別された象限に対応する。)を付したものを求めてもよい。

10

【0023】

さらに、上記の画像処理方法で処理対象となるカラー画像は、撮像装置により生成された全体画像であってもよいし、全体画像の一部を構成する画像であつてもよい。

【0024】

上記の画像処理方法における好ましい態様では、ステップCにおいて、前記色パラメータの変化の方向を示すベクトルについて、第3象限に対応するベクトルをその方向を反転させた第1象限に対応するベクトルとして判別するか、もしくは、第1象限に対応するベクトルをその方向を反転させた第3象限に対応するベクトルとして判別する一方、第4象限に対応するベクトルをその方向を反転させた第2象限に対応するベクトルとして判別するか、もしくは、第2象限に対応するベクトルをその方向を反転させた第4象限に対応するベクトルとして判別する。よって、色パラメータの変化の方向について、X, Yの符号が同一の象限(第1象限または第3象限)およびX, Yの符号が異なる象限(第2象限または第4象限)の2種類を対象とした判別処理を行うことができる。

20

【0025】

上記の画像処理方法における他の好ましい態様では、前記ステップCにおいて、前記処理対象領域内の画素配列に前記直交する2方向X, Yにより規定される座標系を対応づけた場合に、その座標系の第1象限と第3象限とを結ぶ直線群のいずれかの直線に平行な直線上の2点と、前記座標系の第2象限と第4象限とを結ぶ直線群のいずれかの直線に平行な直線上の2点とについて、それぞれ2点間における前記色パラメータの値の差を抽出し、この差の値が大きい方の2点を結ぶベクトルに対応する象限を、前記色パラメータの変化の方向を示すベクトルに対応する象限として判別する。

30

【0026】

たとえば、処理対象領域の2つの対角線について、それぞれその線上の2点間の色パラメータの値の差を求め、各差の値を比較することができる。ただし、色パラメータの値の差の算出対象は対角線に限らず、処理対象領域を通過する直線であつて、一方が第1象限と第3象限とを結ぶ所定の直線に平行になり、他方が第2象限と第4象限とを結ぶ所定の直線に平行になるような2直線であればよい。

【0027】

上記の画像処理方法における他の好ましい態様では、ステップCにおいて、前記処理対象領域の画素のデータを用いて、X, Yの方向毎にその方向における各色パラメータの値の変化量を成分とするベクトルを設定した場合の各ベクトルの内積に相当する判定用パラメータを求め、この判定用パラメータの値に基づき前記色パラメータの変化の方向を示すベクトルに対応する象限を判別する。

40

【0028】

たとえば、X方向における各色パラメータの値の変化量を R_x, G_x, B_x とし、Y方向における各色パラメータの値の量を R_y, G_y, B_y とすると、X, Yの各方向毎のベクトル X^*, Y^* は、それぞれ $X^* = (R_x, G_x, B_x)$ 、 $Y^* = (R_y, G_y, B_y)$ となる。

【0029】

よって、前記判定用パラメータをEdとすると、Edは下記の[2]式により求められ

50

る。

$$E d = R x \cdot R y + G x \cdot G y + B x \cdot B y \quad \dots [2]$$

【 0 0 3 0 】

ここで色彩の変化は、R, G, Bのうちの少なくとも1つのパラメータが変化することによって生じると考えられる。この変化がX, Yとも正の方向に沿って生じた場合、またはX, Yとも負の方向に沿って生じた場合には、その変化したパラメータ(たとえばR)の成分の積(たとえば $R x \cdot R y$)が正の値をとるため、判定用パラメータEdも正になると考えられる。

一方、前記変化がX, Yのうち的一方では正の方向に沿って生じ、他方では負の方向に沿って生じた場合には、変化したパラメータの成分の積が負の値をとるため、判定用パラメータEdも負の値をとると考えられる。

10

【 0 0 3 1 】

よって、判定用パラメータEdが正の値をとる場合には、色彩変化が生じる方向に対応するのは第1象限であり、判定用パラメータEdが負の値をとる場合には、色彩変化が生じる方向に対応するのは第2象限であると、判別することができる。

【 0 0 3 2 】

この発明にかかる画像処理方法によれば、カラー画像において大きな色彩の変化が生じている画素をエッジ点として抽出するとともに、抽出されたエッジ点について、色彩変化の方向を正しく特定することができる。よって、この画像処理方法によってエッジ点におけるエッジコードを求めた後、前出の特許文献1, 2のような測定処理を実施することが可能になり、モノクロの濃淡画像の場合と同様に、高精度の測定処理を行うことができる。

20

【 0 0 3 3 】

つぎに、この発明にかかる画像処理用のプログラムは、カラー画像の処理が可能なコンピュータに、前記カラー画像上で色彩の異なる領域間の境界に位置する点を抽出する機能を設定するためのもので、領域設定手段、色差算出手段、判別手段、方向特定手段、の各手段として前記コンピュータを機能させるためのプログラムが含まれる。

【 0 0 3 4 】

前記領域設定手段は、処理対象のカラー画像を構成する各画素に順に着目して、この着目画素を中心に所定大きさの処理対象領域を設定する。色差算出手段は、前記着目画素について、前記処理対象領域内の各画素のデータを用いて、直交する2方向X, Y毎に、当該方向における色差の変化の大きさを求める。

30

【 0 0 3 5 】

判別手段は、前記色差算出手段が求めた各方向の色差の変化の大きさが色彩の異なる領域間の境界で認められる色差の変化の大きさに相当する処理対象領域について、領域内の各画素のデータを用いて、これらの画素が有する色情報を3つの独立した色パラメータで表したときの少なくとも1つの色パラメータの値に基づき、領域の中心の画素を境に色パラメータが変化する方向を求め、その変化の方向を示すベクトルがX, Yの各方向により規定される座標系のいずれの象限に対応するかを判別する。

【 0 0 3 6 】

方向特定手段は、判別手段の判別対象とされた処理対象領域の中心の画素について、判別結果と前記色差算出手段により求められたX, Yの各方向における色差の変化の大きさをを用いて、前記色彩の変化が生じている方向を表す情報を求める。

40

【 0 0 3 7 】

上記のプログラムの構成によれば、領域設定手段によってステップAを、色差算出手段によってステップBを、判別手段によってステップCを、方向特定手段によってステップDを、それぞれ実行することができる。

【 0 0 3 8 】

なお、上記のプログラムには、さらに、方向特定手段により求められた情報を用いて所定の計測処理を行うためのプログラムを含めてもよい。

50

【 0 0 3 9 】

さらに、この発明にかかる記憶媒体には、上記の画像処理用のプログラムが格納される。また、この発明にかかる画像処理装置は、前記領域設定手段、色差算出手段、判別手段、方向特定手段を具備するものとなる。

【 発明の効果 】

【 0 0 4 0 】

この発明によれば、カラー画像に現れるエッジ点について、色彩の変化の方向を正しく反映した角度データを取得することが可能になるので、この角度データを用いて詳細な計測処理や判別処理を行うことができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

10

【 0 0 4 1 】

(1) 画像処理装置の構成

図 1 は、この発明が適用された画像処理装置の設置例を示す。

この実施例の画像処理装置は、カメラ 1、コントローラ 2、モニタ 3、コンソール 4 などにより構成されており、工場の検査ライン L において、搬送されてくるワーク W を順に撮像してカラー画像を生成し、その画像を処理することによって、前記ワーク W 上の計測対象物 7 (マーク、文字、欠陥など) の位置、姿勢、大きさなどの適否を判別する。

【 0 0 4 2 】

図 2 は、前記画像処理装置の電気構成を示す。

前記コントローラ 2 は、CPU 2 1 を制御主体として、フラッシュメモリ 2 2、RAM 2 3、グラフィックコントローラ 2 4、カメラ用インターフェース 2 5、入力用インターフェース 2 6、外部用インターフェース 2 7 などを具備する。

20

【 0 0 4 3 】

フラッシュメモリ 2 2 には、プログラムや処理に必要なパラメータなどが格納され、RAM 2 3 には、画像データや途中の演算結果などが一時保存される。

カメラ用インターフェース 2 5 には、前記カメラ 1 の駆動回路や、R、G、B の各画像信号を受け付けるためのバッファ、A/D 変換回路 (いずれも図示せず。) などが含まれる。入力用インターフェース 2 6 は、前記コンソール 4 からの信号を受け付けるためのものである。外部用インターフェース 2 7 は、図示しない外部機器 (パーソナルコンピュータ、PLC など) と通信する際に使用される。グラフィックコントローラ 2 4 は、前記モ

30

【 0 0 4 4 】

前記 CPU 2 1 には、ワーク検出用のセンサ 5 (光電スイッチ、近接スイッチなど) が接続されている。CPU 2 1 は、このセンサ 5 からワーク W を検出した旨を示す信号を入力すると、カメラ用インターフェース 2 5 を用いてカメラ 1 を駆動し、前記ワーク W を撮像させる。そして前記ワーク W のカラー画像 (以下、「処理対象画像」という。) が生成され、RAM 2 3 に保存されると、CPU 2 1 は、前記フラッシュメモリ 2 2 に記憶されたプログラムに基づき、前記計測対象物 7 を抽出する処理や、抽出された計測対象物 7 に対する計測処理を実行し、さらにその計測結果に基づき、計測対象物の良否を判定する。

【 0 0 4 5 】

40

なお、上記図 1、2 に示したコントローラ 2 は、画像処理専用に開発された装置であるが、これに限らず、たとえば、画像処理用のプログラムがインストールされたパーソナルコンピュータを使用してもよい。この場合のプログラムは、CD-ROM などの記憶媒体または通信回線を介してパーソナルコンピュータに提供される。

【 0 0 4 6 】

(2) 画像処理について

上記のコントローラ 2 の CPU 2 1 は、前記処理対象画像上で色彩間の境界に位置する点 (エッジ点) を抽出する。さらに抽出されたエッジ点について、色彩の変化の方向を表す角度データを求め、その抽出結果を用いて前記計測対象物を抽出する。

以下、処理対象画像上の色彩変化の方向を表す角度データを「エッジコード」と呼び、

50

前記CPU21によるエッジ点の抽出処理およびエッジコードを算出する処理について、詳細に説明する。

【0047】

(2) - 1 エッジ点の抽出処理

カラー画像では、色彩に大きな変化が生じた部分がエッジになると考えられる。そこでこの実施例では、処理対象画像の構成画素に順に着目しつつ、画素毎に、周囲近傍の画素に対する色差を求め、その値が所定のしきい値を上回る画素をエッジ点として認定するようにしている。

色差の算出はX, Yの方向毎に行われる。以下、X方向の色差をCx、Y方向の色差をCyとして、その算出方法を詳細に説明する。

10

【0048】

色差Cx, Cyは、いずれも、R, G, Bを軸とする色空間における距離として表される。具体的には、Cxは、X方向における各色パラメータ毎の濃度変化量Rx, Gx, Bxを用いた[3]式により求められ、Cyは、Y方向における各色パラメータ毎の濃度変化量Ry, Gy, Byを用いた[4]式により求められる。なお、これらの式のRx, Ryは、前記[1]式の(Ra - Rb)に相当し、Gx, Gyは[1]式の(Ga - Gb)に相当し、Bx, Byは[1]式の(Ba - Bb)に相当すると、考えることができる。

【0049】

【数2】

$$C_x = \sqrt{R_x^2 + G_x^2 + B_x^2} \quad \dots [3]$$

20

【数3】

$$C_y = \sqrt{R_y^2 + G_y^2 + B_y^2} \quad \dots [4]$$

【0050】

[3][4]式を実行するには、まず各濃度変化量Rx, Gx, Bx, Ry, Gy, Byを求める必要がある。これらの濃度変化量は、モノクロ濃淡画像のエッジ抽出処理の場合と同様に、着目画素を中心とするマスク内の画像データをエッジ抽出フィルタにより処理する方法によって、求めることができる。

30

【0051】

図3(1)~(3)は、着目画素を中心に3画素×3画素のマスクを設定する場合のR, G, B毎の画像データを模式的に示したものである。また図4(1)(2)では、前記マスクに対するエッジ抽出フィルタとして、ソーベルオペレータを適用したフィルタを示している。なお、エッジ抽出フィルタはソーベルオペレータによるものに限らず、その他の構成のフィルタを使用することも可能である。

【0052】

X方向における濃度変化量Rx, Gx, Bxは、図3に示した各画像データに対し、それぞれ図4(1)のフィルタによる加重加算演算を行うことによって求めることができる。また、Y方向における濃度変化量Ry, Gy, Byは、各画像データに対し、それぞれ図4(2)のフィルタによる加重加算演算を行うことによって求めることができる。

40

【0053】

よって、処理対象のカラー画像に前記マスクを走査しながら、走査位置毎に前記エッジ抽出フィルタを用いて各濃度変化量Rx, Gx, Bx, Ry, Gy, Byを求め、さらにこれらの濃度変化量を用いて前記[3][4]式を実行することにより、前記カラー画像の構成画素毎に、X, Yの各方向における色差Cx, Cyを求めることができる。さらにこの実施例では、前記色差Cx, Cyの和CIが所定のしきい値を超える画素を、エッジ点に相当するものとしている。

【0054】

50

(2) - 2 エッジコードの算出

上記の [3] [4] 式によれば、 C_x 、 C_y の値は常に0以上となるが、実際の色彩変化は、正の方向に限らず、負の方向に現れる場合もある。ただし、前記図11の画像G1、G2のように、色彩が反転しているだけの関係にある場合には、色彩の変化の方向は同じとみなしても差し支えない。したがって、少なくとも、第1象限($X > 0$ 、 $Y > 0$)から第2象限($X < 0$ 、 $Y > 0$)にかかる範囲($X = 0$ または $Y = 0$ の場合も含む。)で色彩変化の方向を特定できればよい。

そこでこの実施例では、X軸の正の方向に対して色彩変化の方向がなす角度をエッジコードECとして、 $0 \sim 180^\circ$ の範囲でエッジコードを特定するようにしている。

【0055】

具体的には、色彩変化の方向が第1象限に現れている場合には、

$$EC = \text{atan}(C_y / C_x) \text{ となり、}$$

色彩の変化の方向が第2象限に現れている場合には、

$$EC = 180^\circ - \text{atan}(C_y / C_x) \text{ となる。}$$

また $C_x = 0$ 、 $C_y > 0$ のときには、 $EC = 90^\circ$ となる。

【0056】

ここで、色彩変化の方向を判別するための方法として、2つの例を説明する。なお、この判別処理でも、着目画素を中心とするマスク内の画像データを処理するが、ここでは、エッジ点に相当すると判別された画素にのみ着目する。また、前記の濃度変化量の演算については、説明を簡単にするために、マスクのサイズを3画素×3画素としたが、以下の実施例におけるマスクのサイズは5画素×5画素とする。ただし、実際の処理では、両処理に共通のマスクを設定するのが望ましい。

【0057】

<方法1>

図5は、色彩変化の方向を判別するための第1の方法を示す。

この方法では、マスク内の中央の画素C(エッジ点に相当すると判別された画素)を通り、第1象限および第2象限に対応する2方向、具体的にはマスクの2本の対角線を通る2方向E1、E2についてそれぞれ色差を求め、色差が大きかった方の方向に対応する象限が色彩変化の方向に対応すると判断する。

【0058】

X、Yともに正方向に向かう方向E1は、第1象限に対応する。この方向E1については、マスクの左下頂点および右上頂点にあたる各画素の画像データ(R_{00} 、 G_{00} 、 B_{00})(R_{44} 、 G_{44} 、 B_{44})を用いて、これらの画素間の色差を求める。

一方、Xが負方向に向かい、Yが正方向に向かっている方向E2は、第2象限に対応する。この方向E2については、マスクの右下頂点および左上頂点にあたる画素の画像データ(R_{40} 、 G_{40} 、 B_{40})(R_{04} 、 G_{04} 、 B_{04})を用いて、これらの画素間の色差を求める。

図5の例の場合には、方向E2における変化の方が大きくなるから、色彩の変化は第2象限に表れていると判別される。

【0059】

このように、マスク内の4頂点の画像データを用いて簡単に色彩の変化の方向を求めることができる。ただし、方向E1、E2における変化が等しくなる場合は例外となる。たとえば、R、G、Bの各画像データを256階調で表す場合に、前記マスク内に図6に示すような色彩分布が現れた場合には、方向E1、E2の色差が等しいため、色彩変化の方向を特定できない状態となる。したがって、このような場合には、着目画素をエッジコードの算出対象からはずすようにしている。

【0060】

<方法2>

色彩変化の方向を判別するための第2の方法では、前記エッジ点の抽出に使用したR、G、B毎の濃度変化量 R_x 、 G_x 、 B_x 、 R_y 、 G_y 、 B_y を前記した[2]式(下記に

10

20

30

40

50

再度記載する。)にあてはめることにより、判定用パラメータ E_d を求める。そして、 E_d が正であれば、色彩変化の方向は第1象限に生じていると判別し、 E_d が負であれば、色彩変化の方向は第2象限に生じていると判別する。

$$E_d = R_x \cdot R_y + G_x \cdot G_y + B_x \cdot B_y \quad \dots [2]$$

【0061】

一般に、色彩の変化は、 R 、 G 、 B のうち少なくとも1つの変化に伴って生じると考えられる。また2つ以上の色パラメータが変化する場合でも、殆ど場合は同じ方向に沿って変化し、異なる方向に変化が生じる場合でも、より大きな変化が生じた色パラメータの変化の方向が色彩変化の方向に対応すると考えられる。したがって、上記[2]式の E_d に付く符号(+, -)は、 R 、 G 、 B の各濃度変化のうちの最も優勢な変化によって決められると考えられる。

10

【0062】

たとえば、 G 、 B は殆ど変化せず、 R のみに大きな変化が生じているとすると、その変化の方向が第1象限または第3象限に生じている場合($R_x > 0$ 、 $R_y > 0$ または $R_x < 0$ 、 $R_y < 0$ の場合)には、 $R_x \cdot R_y > 0$ となり、これを反映して E_d の符号も正になる。

一方、 R の変化の方向が第2象限または第4象限に生じている場合($R_x < 0$ 、 $R_y > 0$ または $R_x > 0$ 、 $R_y < 0$ の場合)には、 $R_x \cdot R_y < 0$ となり、これを反映して E_d の符号も負になる。

【0063】

また、 X 方向における各濃度変化量(R_x 、 G_x 、 B_x)は、色空間のベクトル X^* に相当し、 Y 方向における各濃度変化量(R_y 、 G_y 、 B_y)は色空間のベクトル Y^* に相当するから、上記 E_d は、これらのベクトルの内積を表すことになる。したがって、 $E_d > 0$ の場合には、色空間においてベクトル X^* 、 Y^* がなす角度は 90° より小さくなるのに対し、 $E_d < 0$ の場合には、色空間においてベクトル X^* 、 Y^* のなす角度は 90° より大きくなる。

20

【0064】

色空間においてベクトル X^* 、 Y^* のなす角度は、 X 、 Y の各方向における色彩の変化が正の方向または負の方向の一方に統一されている場合の方が、一方の変化が正の向きに生じ、他方の変化が負の向きに生じる場合よりも小さくなると考えられる。

30

上記 E_d の値はこの考察を裏付けるものとなる。このような点からも、前記 E_d のとる符号によって、色彩変化の方向に対応する象限を正しく判別できると考えることができる。

【0065】

また上記の第2の方法では、エッジ点の抽出処理時に求めた濃度変化量 R_x 、 G_x 、 B_x 、 R_y 、 G_y 、 B_y を用いて判定用パラメータ E_d を求めることができるから、演算時間がわずかで済み、処理を高速化することができる。

【0066】

(3) 画像処理の流れについて

図7および図8は、前記カメラ1により生成された1枚分のカラー画像データに対するエッジ点の抽出処理およびエッジコードを求める処理の手順を示す。なお、この例では、色彩変化の方向に対応する象限を、前記判定用パラメータ E_d を用いて判別している。また、着目対象の画素の座標を(X 、 Y)とし、前記した C_x 、 C_y 、 EC などを、前記座標(X 、 Y)を引数とする関数として設定している。

40

【0067】

まず最初の $ST1$ (ST は「STEP(ステップ)」の略である。以下も同じ。)において、前記カメラ1およびカメラ用インターフェース25により生成されたカラー画像データ(R 、 G 、 B の各画像データの組み合わせ)を $RAM23$ 内に入力する。つぎの $ST2$ では、あらかじめ定めた設定データに基づき、前記カラー画像に計測対象領域を設定する。

50

【 0 0 6 8 】

S T 3 では、計測対象領域中で X Y 座標系の原点に最も近い座標 (X 1 , Y 1) を、前記着目画素の座標 (X , Y) の初期値に設定する。

S T 4 では、前記 (X , Y) を中心に所定大きさのマスクを設定する。続く S T 5 では、前記したエッジ抽出フィルタを用いて、X , Y の方向毎に、R , G , B の濃度変化量 $R_x (X , Y)$ 、 $G_x (X , Y)$ 、 $B_x (X , Y)$ 、 $R_y (X , Y)$ 、 $G_y (X , Y)$ 、 $B_y (X , Y)$ を算出する。

【 0 0 6 9 】

S T 6 では、算出された各濃度変化量を前記 [2] [3] 式にあてはめて、X , Y の各方向における色差 $C_x (X , Y)$ 、 $C_y (X , Y)$ を算出する。S T 7 では、これらの色差 $C_x (X , Y)$ 、 $C_y (X , Y)$ を加算し、その加算値を $C I (X , Y)$ とする。ここで、 $C I (X , Y)$ が所定のしきい値を下回る場合には、S T 8 が「NO」となり、着目画素に対する処理を終了する。

10

【 0 0 7 0 】

一方、 $C I (X , Y)$ が前記しきい値 T H 以上であれば、S T 8 が「YES」となる。この場合には S T 1 3 に進んで、 $C_x (X , Y)$ の値をチェックする。ここで、 $C_x (X , Y) = 0$ であれば、S T 1 4 に進み、前記 S T 5 で求めた色パラメータ毎の濃度変化量 $R_x (X , Y)$ 、 $G_x (X , Y)$ 、 $B_x (X , Y)$ 、 $R_y (X , Y)$ 、 $G_y (X , Y)$ 、 $B_y (X , Y)$ を [2] 式にあてはめて、判定用パラメータ E d を算出する。

【 0 0 7 1 】

つぎに、S T 1 5 , 1 6 において、前記判定用パラメータ E d の値をチェックする。この結果、 $E d > 0$ であれば S T 1 7 において、 $E d < 0$ であれば S T 1 8 において、それぞれ前記 $C_x (X , Y)$ 、 $C_y (X , Y)$ を用いたエッジコード $E C (X , Y)$ の算出処理が行われる。

20

一方、先の S T 1 3 において、 $C_x (X , Y) = 0$ であると判断した場合には、S T 1 9 に進み、 $E C (X , Y)$ を 90° に設定する。

【 0 0 7 2 】

上記のようにして $E C (X , Y)$ の値が定められると、S T 2 0 に進み、 $E C (X , Y)$ の値を R A M 2 3 に保存する。

なお、マスク内に前記図 6 のような色彩分布が生じた場合には、前記判定用パラメータ E d は 0 となる。この場合には、色彩変化の方向を特定できないため、S T 1 5 , 1 6 がともに「NO」となり、エッジコード $E C (X , Y)$ を算出せずに着目画素に対する処理を終了する。

30

【 0 0 7 3 】

以下、S T 9 ~ 1 2 において、(X , Y) の値を順に更新しながら、上記と同様の処理を実行することにより、前記計測領域内のエッジ点を抽出するとともに、各エッジ点につきエッジコード $E C (X , Y)$ を算出する。

【 0 0 7 4 】

計測領域内の最後の座標 (X 2 , Y 2) に対する処理が終了すると、S T 1 2 が「YES」となり、図示された処理は完了する。この後は、R A M 2 3 内に格納されたエッジコード $E C (X , Y)$ を用いて、計測対象物の抽出処理を実行し、さらにその対象物に対し、詳細な計測処理を実行する。

40

【 0 0 7 5 】

計測対象物の抽出処理では、従来のモノクロ濃淡画像に対するのと同様の処理を行うことができる。

たとえば、あらかじめ登録されたモデルと同形状のパターンを抽出する場合には、上記の処理により得たエッジコード $E C (X , Y)$ の分布パターンを、前記モデルに対応する基準パターンと照合する（詳しくは、前出の特許文献 1 を参照されたい。）。

【 0 0 7 6 】

また円状のパターンを抽出する場合には、エッジ点毎に、そのエッジコード $E C (X ,$

50

Y) の方向に沿って線分を設定し、所定数の線分の交点を円状パターンの中心点として抽出する。

また直線状のパターンを抽出する場合には、エッジ点毎に、そのエッジコード $EC(X, Y)$ の方向に沿って、着目中のエッジ点に対向するエッジ点を検索し、対向するエッジ点が見つかった場合には、前記エッジコード $EC(X, Y)$ に直交する方向に沿って所定長さの線分を設定する。そして、最終的に所定数の線分が重なり合う領域を計測対象物として抽出する(詳しくは、前出の特許文献2を参照されたい。)。

【0077】

なお、円状パターンの抽出処理では、エッジコード $EC(X, Y)$ の方向およびこれに反転する方向の双方に線分を設定するのが望ましい。直線状パターンを抽出する場合にも、対向するエッジ点の検索は、着目中のエッジコード $EC(X, Y)$ の方向およびこれに反転する方向の双方において行うのが望ましい。これは、抽出対象のパターンと背景との間の色彩が反転した場合にも対応できるようにする必要があるからである。

たとえば、円状パターンの抽出において、背景が青色で抽出対象のパターンが赤色の場合、青から赤に向かう方向が色彩変化の方向に設定されている場合には、背景から円の中心に向かう方向と色彩変化の方向とが一致するため、円の中心点を抽出することができる。これに対し、赤から青に向かう方向が色彩変化の方向に設定されている場合には、背景から円の中心に向かう方向は色彩変化の方向の反対方向になるため、エッジコード $EC(X, Y)$ の方向に反転する方向に線分を設定しないと、円の中心点を抽出できなくなる。

【0078】

このように、エッジコード $EC(X, Y)$ を求めた後の処理において、若干の考慮を払う必要はあるが、画像上の色彩変化の方向を正しく認識することができるので、濃淡画像を処理する場合のアルゴリズムを適用して、物体の認識や計測を高い精度で行うことができる。

【0079】

なお、この実施例では、色彩変化の方向を角度情報として求めたが、これに代えて、前記色差 C_x, C_y の比 (C_y / C_x) と正負の符号との組み合わせとして特定してもよい。この場合、前記色彩変化の方向が第1象限に対応する場合の情報は、 $+(C_y / C_x)$ となり、色彩変化の方向が第2象限に対応する場合の情報は、 $-(C_y / C_x)$ となる。

【図面の簡単な説明】

【0080】

【図1】この発明が適用された画像処理装置の設置例を示す説明図である。

【図2】画像処理装置のブロック図である。

【図3】マスク内の画像データの構成を示す説明図である。

【図4】図3のマスクに対するエッジ抽出用フィルタの例を示す説明図である。

【図5】色彩変化の方向を判別するための第1の方法を説明する図である。

【図6】色彩変化の方向を特定できない例を示す説明図である。

【図7】エッジ点およびエッジコードの抽出にかかる処理の流れを示すフローチャートである。

【図8】図7の続きのフローチャートである。

【図9】カラー画像上の色彩と色空間との関係を示す説明図である。

【図10】色彩変化の向きを表す座標系を示す説明図である。

【図11】局所領域内における色彩の分布状態と色彩変化の方向との関係を示す説明図である。

【符号の説明】

【0081】

1 画像処理装置

2 コントローラ

7 計測対象物

21 CPU

10

20

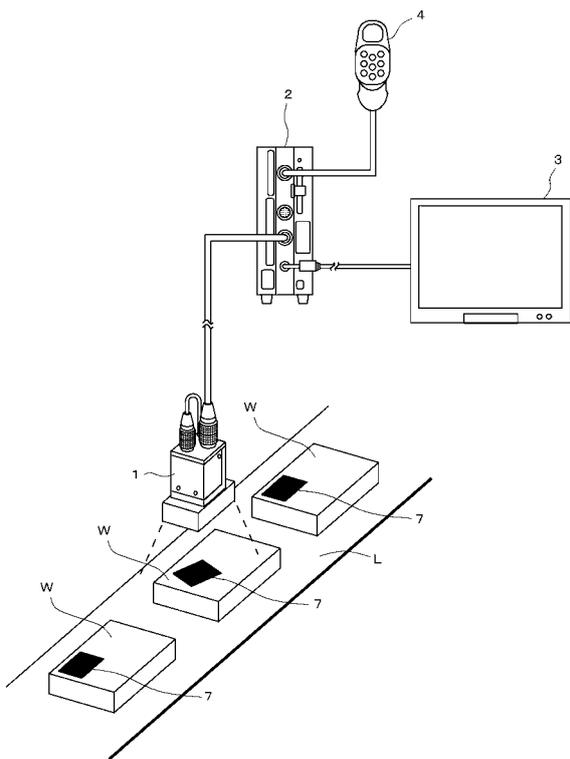
30

40

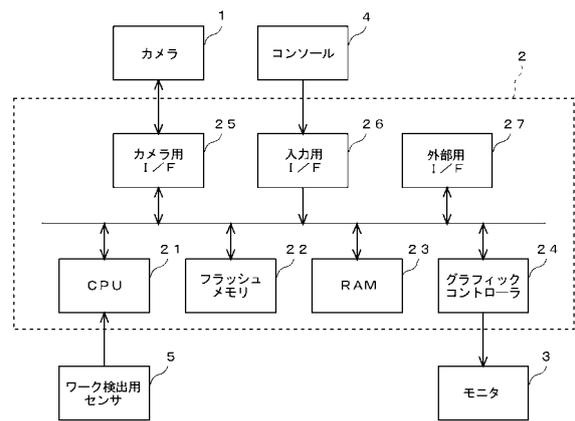
50

2 2 フラッシュメモリ
W ワーク

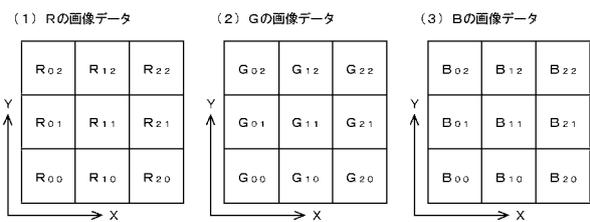
【 図 1 】



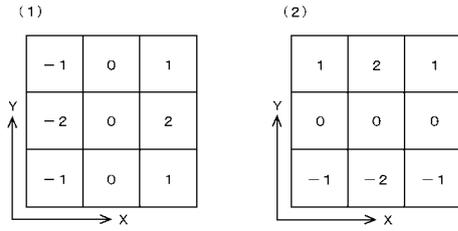
【 図 2 】



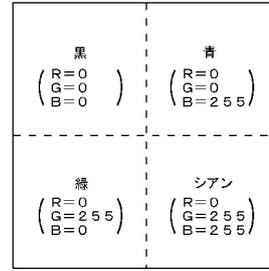
【 図 3 】



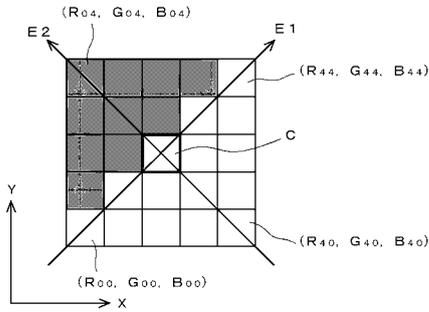
【 図 4 】



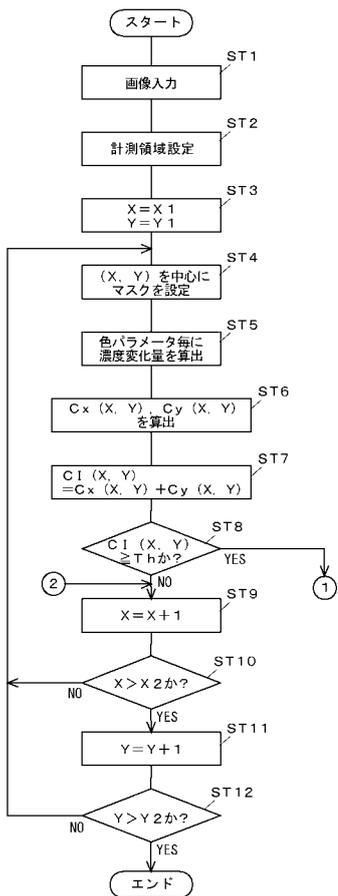
【 図 6 】



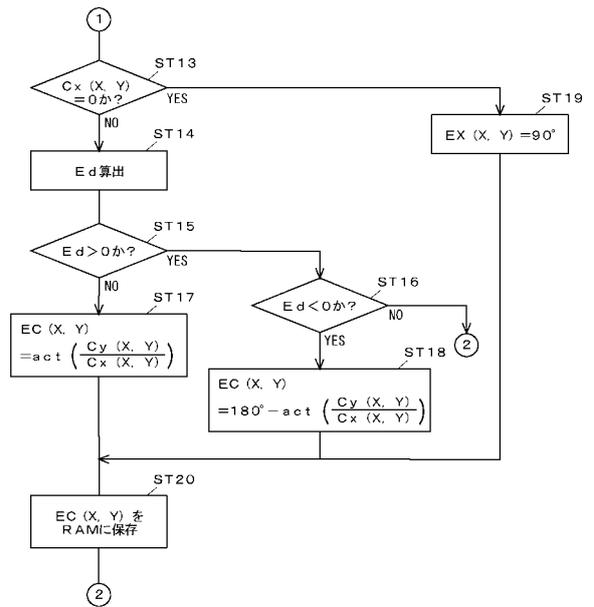
【 図 5 】



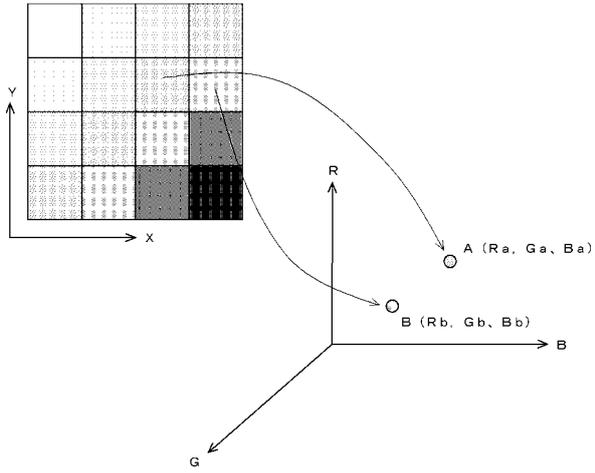
【 図 7 】



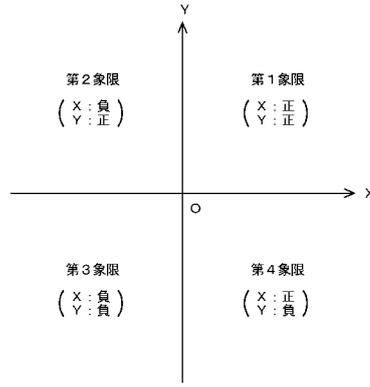
【 図 8 】



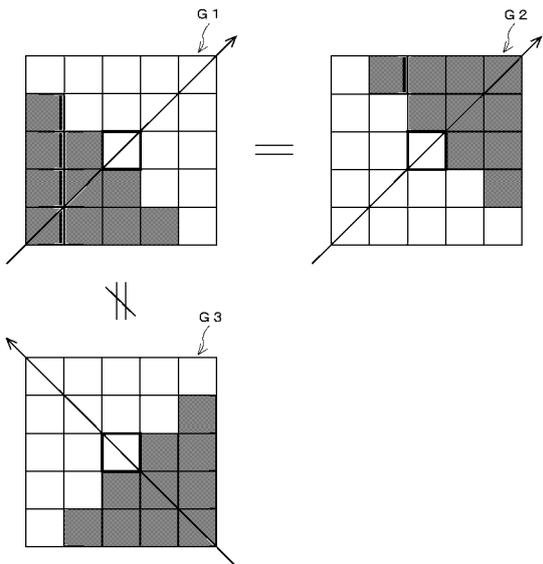
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-281331 (J P , A)
特開平 (J P , A)
特開2004-102807 (J P , A)
特開2002-230549 (J P , A)
特開2004-133811 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 0 6 T 1 / 0 0 5 1 0
G 0 6 T 5 / 2 0