

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5380973号
(P5380973)

(45) 発行日 平成26年1月8日 (2014.1.8)

(24) 登録日 平成25年10月11日 (2013.10.11)

(51) Int.Cl.	F I
GO 6 T 1/00 (2006.01)	GO 6 T 1/00 5 1 O
HO 4 N 1/60 (2006.01)	HO 4 N 1/40 D
HO 4 N 1/46 (2006.01)	HO 4 N 1/46 Z
GO 1 N 33/48 (2006.01)	GO 1 N 33/48 M

請求項の数 7 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2008-246010 (P2008-246010)	(73) 特許権者	000004112
(22) 出願日	平成20年9月25日 (2008.9.25)		株式会社ニコン
(65) 公開番号	特開2010-79522 (P2010-79522A)		東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
(43) 公開日	平成22年4月8日 (2010.4.8)	(74) 代理人	100072718
審査請求日	平成23年9月21日 (2011.9.21)		弁理士 古谷 史旺
		(74) 代理人	100116001
			弁理士 森 俊秀
		(72) 発明者	伊藤 秀樹
			北海道札幌市中央区南1条西17丁目 北
			海道公立大学法人札幌医科大学内
		(72) 発明者	三高 俊広
			北海道札幌市中央区南1条西17丁目 北
			海道公立大学法人札幌医科大学内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 画像処理装置及び画像処理プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

染色細胞を撮像したカラー画像の各画素の少なくとも色相を求める色情報取得部と、
色相、彩度及び輝度で表される色空間のうち、前記色相及び前記彩度で示される平面上に前記カラー画像の各画素の色相をプロットすることで求まる色相分布から、前記色相の最頻値及び前記色相分布が属する前記平面上の色相の領域を検出する検出部と、

前記色相分布が属する色相の領域のうち、前記平面上で最も多くプロットされている領域に基づいて、前記色相の最頻値と輝度軸とを結んだ基準線に対して前記輝度軸を中心に反時計方向に第1の角度回転した位置にある第1直線及び前記輝度軸を中心に時計方向に第2の角度回転した位置にある第2直線をそれぞれ設定し、設定した前記第1直線と前記第2直線とに挟まれる前記色相の最頻値を含む範囲を、前記染色細胞のうち観察対象となる細胞の色相が取り得る対象範囲とする範囲設定部と、

前記第1直線を前記基準線に対して前記輝度軸を中心として前記反時計方向に、前記第2直線を前記基準線に対して前記輝度軸を中心として前記時計方向にそれぞれ回転させて、前記対象範囲に含まれる色相分布を他の色相の領域まで、且つ前記平面上の全ての色相が前記対象範囲に含まれないように前記対象範囲を拡張し、前記対象範囲に含まれる色相を有する画素の色情報を変更する変更部と、

前記カラー画像の各画素の色相のうち、前記対象範囲から外れる色相を有する画素の色情報を、拡張された前記対象範囲から外れた色相を有する色情報に変換する情報変換部と

を備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の画像処理装置において、

前記情報変換部は、前記カラー画像の各画素の色相のうち、前記対象範囲から外れる色相を有する画素の色情報を、無彩色を示す色情報、又は拡張された前記対象範囲から外れた単一の色相の色情報に変換することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の画像処理装置において、

前記色情報取得部は、前記色相の他に、前記各画素の彩度を求め、

前記検出部は、前記各画素の色相及び彩度を前記色相及び前記彩度により示される平面上に展開することで前記色相の最頻値を求めることを特徴とする画像処理装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置において、

前記変更部は、前記対象範囲に含まれる色相を変更する他に、前記彩度を変更すること
を特徴とする画像処理装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の画像処理装置において、

前記変更部は、前記対象範囲に含まれる色相を有する画素の彩度の最大値が予め定めた閾値以下となる場合、又は前記彩度の最小値が前記閾値以上となる場合に、前記彩度を変更
することを特徴とする画像処理装置。

20

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置において、

前記変更部は、前記輝度軸を中心にして前記色相分布を所定量回転させた後、回転した色相分布に基づく前記対象範囲を拡張することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 7】

染色細胞を撮像したカラー画像の各画素の少なくとも色相を求める色情報取得工程と、

色相、彩度及び輝度で表される色空間のうち、前記色相及び前記彩度で示される平面上に前記カラー画像の各画素の色相をプロットすることで求まる色相分布から、前記色相の最頻値及び前記色相分布が属する前記平面上の色相の領域を検出する検出工程と、

前記色相分布が属する色相の領域のうち、前記平面上で最も多くプロットされている領域に基づいて、前記色相の最頻値と輝度軸とを結んだ基準線に対して前記輝度軸を中心に反時計方向に第 1 の角度回転した位置にある第 1 直線及び前記輝度軸を中心に時計方向に第 2 の角度回転した位置にある第 2 直線をそれぞれ設定し、設定した前記第 1 直線と前記第 2 直線とに挟まれる前記色相の最頻値を含む範囲を、前記染色細胞のうち観察対象となる細胞の色相が取り得る対象範囲とする範囲設定工程と、

30

前記第 1 直線を前記基準線に対して前記輝度軸を中心として前記反時計方向に、前記第 2 直線を前記基準線に対して前記輝度軸を中心として前記時計方向にそれぞれ回転させて、前記対象範囲に含まれる色相分布を他の色相の領域まで、且つ前記平面上の全ての色相が前記対象範囲に含まれないように前記対象範囲を拡張し、前記対象範囲に含まれる色相を有する画素の色情報を変更する変更工程と、

40

前記カラー画像の各画素の色相のうち、前記対象範囲から外れる色相を有する画素の色情報を、拡張された前記対象範囲から外れた色相を有する色情報に変換する情報変換工程と、

をコンピュータに実行させることが可能な画像処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、カラー画像を処理する画像処理装置および画像処理プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

50

ヒトを含む動物における様々な疾患を正確に診断するためには病理組織・細胞診断が欠かせない。その中でも血液・骨髄を構成する細胞の種類・数・形態に関する情報は多くの疾患の診断において必須なため、血液や骨髄から細胞を採取し、標本作製し、顕微鏡を用いて専門技術者が細胞の形態や色調の差異を観察し、個々の細胞の種類や異常を判定している。このような作業（顕微鏡を直接覗いて専門技術者が自らの経験に則って手作業で判定すること）は世界中の病院の検査室においてルーチンに行われている。

【0003】

一方、最近のデジタル技術の発展により、顕微鏡画像の各要素がデジタル化され、画像をスクリーンなどへ直接投影するばかりではなく、ソフトウェアを用いて様々に加工することが可能になっている。これまでの専門技術者の経験による判定作業が、誰にでも識別

10

【0004】

そこで、染色された標本のカラー画像を取り込み、この画像に基づいて標本の病理診断が行われている。画像に現れた標本像の形態の差異によって、個々の細胞種を同定することが一般的である（例えば非特許文献1を参照）。また、標本像の形態の差異による診断ではなく、標本のカラー画像の各画素の値を所定の色空間にプロットし、この色空間の中で各画素の値が占める領域（サブボリューム）に基づいて細胞種ごとの色差を区別し、個々の細胞種を同定することも提案されている（例えば特許文献1を参照）。

【非特許文献1】Clim.Lab.Heam2003, 25, 139・147, 「Differential counting of blood leukocytes using automated microscopy and a decision support system based on artificial neural networks-evaluation of DiffMaster Octavia」

20

【特許文献1】特表2003-506796号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、色空間におけるサブボリュームに基づいて細胞種ごとの色差を区別する方法は間接的な方法である。近年では、標本のカラー画像（実画像）において細胞種ごとの色差を直接的に区別し、色差による診断を行うことが望まれるようになってきた。ところが、実画像における細胞種ごとの色差は極僅かであることから、観察対象である細胞と観察対象以外の細胞とが混在している場合には、実画像から観察対象である細胞と、それ以外の細胞とを区別することが難しいという問題がある。

30

本発明は、観察対象となる細胞と、観察対象以外の細胞とを明確に区別することができる画像処理装置及び画像処理プログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述した課題を解決するために、本発明の画像処理装置は、染色細胞を撮像したカラー画像の各画素の少なくとも色相を求める色情報取得部と、色相、彩度及び輝度で表される色空間のうち、前記色相及び前記彩度で示される平面上に前記カラー画像の各画素の色相をプロットすることで求まる色相分布から、前記色相の最頻値及び前記色相分布が属する前記平面上の色相の領域を検出する検出部と、前記色相分布が属する色相の領域のうち、前記平面上で最も多くプロットされている領域に基づいて、前記色相の最頻値と輝度軸とを結んだ基準線に対して前記輝度軸を中心に反時計方向に第1の角度回転した位置にある第1直線及び前記輝度軸を中心に時計方向に第2の角度回転した位置にある第2直線をそれぞれ設定し、設定した前記第1直線と前記第2直線とに挟まれる前記色相の最頻値を含む範囲を、前記染色細胞のうち観察対象となる細胞の色相が取り得る対象範囲とする範囲設定部と、前記第1直線を前記基準線に対して前記輝度軸を中心として前記反時計方向に、前記第2直線を前記基準線に対して前記輝度軸を中心として前記時計方向にそれぞれ回転させて、前記対象範囲に含まれる色相分布を他の色相の領域まで、且つ前記平面上の全ての色相が前記対象範囲に含まれないように前記対象範囲を拡張し、前記対象範囲に含ま

40

50

れる色相を有する画素の色情報を変更する変更部と、前記カラー画像の各画素の色相のうち、前記対象範囲から外れる色相を有する画素の色情報を、拡張された前記対象範囲から外れた色相を有する色情報に変換する情報変換部と、を備えたことを特徴とする。

【0008】

また、前記情報変換部は、前記カラー画像の各画素の色相のうち、前記対象範囲から外れる色相を有する画素の色情報を、無彩色を示す色情報、又は拡張された前記対象範囲から外れた単一の色相の色情報に変換するものである。

【0010】

また、前記色情報取得部は、前記色相の他に、前記各画素の彩度を求め、前記検出部は、前記各画素の色相及び彩度を前記色相及び前記彩度により示される平面上に展開することで前記色相の最頻値を求めるものである。

10

【0011】

また、前記変更部は、前記対象範囲に含まれる色相を変更する他に、前記彩度を変更するものである。

【0012】

また、前記変更部は、前記対象範囲に含まれる色相を有する画素の彩度の最大値が予め定めた閾値以下となる場合、又は前記彩度の最小値が前記閾値以上となる場合に、前記彩度を変更するものである。

【0013】

また、前記変更部は、前記輝度軸を中心にして前記色相分布を所定量回転させた後、回転した色相分布に基づく前記対象範囲を拡張するものである。

20

【0014】

また、本発明の画像処理プログラムは、染色細胞を撮像したカラー画像の各画素の少なくとも色相を求める色情報取得工程と、色相、彩度及び輝度で表される色空間のうち、前記色相及び前記彩度で示される平面上に前記カラー画像の各画素の色相をプロットすることで求まる色相分布から、前記色相の最頻値及び前記色相分布が属する前記平面上の色相の領域を検出する検出工程と、前記色相分布が属する色相の領域のうち、前記平面上で最も多くプロットされている領域に基づいて、前記色相の最頻値と輝度軸とを結んだ基準線に対して前記輝度軸を中心にして反時計方向に第1の角度回転した位置にある第1直線及び前記輝度軸を中心にして時計方向に第2の角度回転した位置にある第2直線をそれぞれ設定し、設定した前記第1直線と前記第2直線とに挟まれる前記色相の最頻値を含む範囲を、前記染色細胞のうち観察対象となる細胞の色相が取り得る対象範囲とする範囲設定工程と、前記第1直線を前記基準線に対して前記輝度軸を中心として前記反時計方向に、前記第2直線を前記基準線に対して前記輝度軸を中心として前記時計方向にそれぞれ回転させて、前記対象範囲に含まれる色相分布を他の色相の領域まで、且つ前記平面上の全ての色相が前記対象範囲に含まれないように前記対象範囲を拡張し、前記対象範囲に含まれる色相を有する画素の色情報を変更する変更工程と、前記カラー画像の各画素の色相のうち、前記対象範囲から外れる色相を有する画素の色情報を、拡張された前記対象範囲から外れた色相を有する色情報に変換する情報変換工程と、をコンピュータに実行させることが可能なものである。

30

40

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、対象範囲を拡張することで変更される色相の色相差を大きくすることができるので、染色された細胞などにおける細かな差異を容易に見分けることが可能となる。また、対象範囲に含まれない色相を有する画素の色情報は無彩色を示す色情報や、単一の色相の色情報に変換されることから、観察対象となる細胞と、観察対象以外の細胞とを明確に区別することができるので、観察対象となる細胞を主体として観察することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

50

図1は、検査装置10の構成を示す機能ブロック図である。検査装置10は、標本20の病理診断に用いられる。標本20は、図2に示すような複数の細胞21～24を含む。検査装置10には、デジタルカメラなどの撮像装置11と、画像処理装置12と、入力装置13と、表示装置14とが設けられる。この検査装置10において、撮像装置11は、標本20の撮影を行い、画像処理装置12に標本20のカラー画像（RGB画像）を出力する。

【0017】

画像処理装置12は、標本20のカラー画像を取り込み、カラー画像を処理する。処理の際には、必要に応じて、入力装置13からのユーザ指示を参照する。また、必要に応じて、処理中または処理後のカラー画像を表示装置14に出力する。

10

【0018】

画像処理装置12は、例えば画像処理プログラムがインストールされたコンピュータが挙げられる。この画像処理装置12では、以下の処理（図3に示す処理）が実行される。

- 1) RGB HSI変換処理（図3におけるブロック31）
- 2) 色相の最頻値の検出処理（図3におけるブロック32）
- 3) 対象範囲の設定処理（図3におけるブロック33）
- 4) 色情報の変換処理（図3におけるブロック34）
- 5) 色相の変更処理（図3におけるブロック35）
- 6) HSI RGB変換処理（図3におけるブロック36）

なお、画像処理装置12において処理される画像としては、標本20のカラー画像（RGB画像）が挙げられる。

20


【0019】

- 1) RGB HSI変換処理

RGB HSI変換処理は、カラー画像の各画素の赤緑青（R、G、B）の各色成分値からなる色情報から、色相（H：Hue）、彩度（S：Saturation）及び輝度（I：Intensity）の色情報に変換する。なお、本実施形態では、RGBの各色成分値からなる色情報を、色相、彩度及び輝度の成分値からなる色情報に変換しているが、これに限定する必要はなく、例えば、YCbCr等の明るさと色差とからなる色情報に変換しても良い。

【0020】

- 2) 色相の最頻値の検出処理

RGB HSI変換処理により変換された各画素の色情報を用いて、所定の色空間に各画素をプロットする。上述した変換処理により、各画素の色情報が、色相、彩度及び輝度の色情報となることから、これら色情報を用いて色相、彩度及び輝度からなるHSI色空間上に各画素をプロットする。なお、図4中「・」で示すものが各画素の色情報に基づいてプロットされたものである。図4は、HSI色空間を示すものであり、紙面内の周方向を色相軸、径方向を彩度軸とし、紙面に垂直な方向を輝度軸としている。例えば、図4の場合には、カラー画像から得られる各画素の色相がマゼンタの領域に分布した色相分布となる。この生成された色相分布を用いて色相の最頻値を検出する。色相の最頻値としては、各色の領域に分布した全画素の色相分布のうち、最も多くプロットされている画素の領域の色相が検出される。なお、図4で示される色相分布の場合には、図4中「」で示す画素の色相が、色相分布における色相の最頻値となる。

30

40

【0021】

- 3) 対象範囲の設定処理

図5に示すように、色相の最頻値が検出されると、輝度軸と色相の最頻値とを結ぶ直線を基準線L1とする。この基準線L1から反時計方向に角度 θ_1 回転させた線L2と、基準線L1から時計方向に角度 θ_2 回転させた線L3とをそれぞれ求め、直線L2と直線L3とにより挟まれる範囲を対象範囲として設定する。なお、対象範囲は、例えばカラー画像20において、染色された細胞のうち、観察対象となる細胞の色相が取り得る範囲である。この角度 θ_1 や角度 θ_2 は、同一の角度であっても異なる角度であってもよいが、これ

50

ら角度は過去の研究や病理診断により設定される。

【 0 0 2 2 】

4) 色情報の変換処理

上述したように、対象範囲は、観察対象の細胞の色相が取り得る範囲であることから、対象範囲に含まれる画素の色相を後述するように変更すればよいが、この対象範囲に含まれる画素の色相を変更した場合、変更された画素の色相と、対象範囲に含まれない画素の色相が同一の色相になる、つまり色相差が生じなくなる場合がある。このように色相差が生じない場合には、色相の変更後のカラー画像においては、異なる要素であっても、同一の要素であると誤認識してしまうことになる。このため、本発明では、対象範囲に含まれる色相を変更する前に、対象範囲外となる色相を有する画素の色情報を変換する。なお、色情報を変換する方法としては以下の方法が挙げられる。

10

【 0 0 2 3 】

カラー画像 2 0 の各画素の色情報は有彩色を示す情報からなる。この色情報の変換処理としては、対象範囲（直線 L 2 と直線 L 3 とに挟まれる角度 $\theta_1 + \theta_2$ の範囲）に含まれない色相を有する画素の色情報を、無彩色を示す色情報に変換する。詳細には、対象範囲に含まれない色相を有する画素の色情報のうち、彩度の成分を 0 に置き換える。これにより、カラー画像においては、観察対象となる細胞のみが有彩色で、それ以外の領域が無彩色となる。これにより、画像処理後のカラー画像においては、観察対象となる細胞以外の領域が無彩色で表示され、観察対象となる細胞を主体として観察することができる。また、カラー画像内の構成を変化させることがないので、カラー画像全体の構成を観察することもできる。なお、カラー画像の画素として、無彩色を示す色情報を有する画素が含まれている場合、この画素に対しては色情報を変換する処理は実行する必要はない。

20

【 0 0 2 4 】

5) 色相の変更処理

色空間上にプロットされた各画素の色相を変更する処理である。上述したように、対象範囲として、直線 L 2 と直線 L 3 とにより挟まれる角度 $(\theta_1 + \theta_2)$ の範囲が設定されている。色相の変更としては、基準線 L 1 と直線 L 2 とにより挟まれる角度 θ_1 の範囲を基準線 L 1 と直線 L 2' とにより挟まれる角度 θ_3 の範囲に仮想的に拡張し、基準線 L 1 と直線 L 3 とにより挟まれる角度 θ_2 の範囲を基準線 L 1 と直線 L 3' とにより挟まれる角度 θ_4 の範囲に仮想的に拡張する（図 7 参照）。

30

【 0 0 2 5 】

この対象範囲の拡張の際に、例えば対象範囲のうち、基準線 L 1 と直線 L 2 とに挟まれる角度 θ_1 の範囲の色相は、以下に示す方法によって色相が変更される。図 6 に示すように、基準線 L 1 と直線 L 2 との間の範囲に含まれる色相を示す点 P b と輝度軸とを結ぶ直線 L b とし、基準線 L 1 とのなす角度を角度 θ_b で示す。上述したように、基準線 L 1 と直線 L 2 とに挟まれる角度 θ_1 の範囲は、基準線 L 1 と直線 L 2' とにより挟まれる角度 θ_3 の範囲に仮想的に拡張されるので、色相を示す点 P b と輝度軸とを結ぶ直線 L b は、反時計方向に θ_3 / θ_1 倍された位置、つまり、基準線 L 1 から反時計方向に $\theta_3 / \theta_1 \times \theta_b$ の位置まで回転される。つまり、点 P b は図 7 に示す点 P b' まで回転される。この回転により、例えば点 P b がマゼンタを示す色相であれば、色相が赤色に変更される。なお、基準線 L 1 から反時計方向に角度 θ_3 の範囲は、マゼンタと赤色との境界 H_{MR} 、赤色と黄色との境界 H_{RY} 及び黄色と緑色 H_{GY} を含んでいることから、基準線 L 1 と直線 L 2 とに挟まれる角度 θ_1 の範囲にプロットされる画素の色相はマゼンタ、赤色、黄色、緑色のいずれかの色相に変更される。

40

【 0 0 2 6 】

同様にして、基準線 L 1 と直線 L 3 とにより挟まれる角度 θ_2 の範囲に含まれる色相は、以下に示す方法によって色相が変更される。図 6 に示すように、基準線 L 1 と直線 L 3 との間の範囲に含まれる色相を示す点 P c と輝度軸とを結ぶ直線 L c とし、基準線 L 1 とのなす角度を角度 θ_c で示す。上述したように、基準線 L 1 と直線 L 3 とにより挟まれる角度 θ_2 の範囲は、基準線 L 1 と直線 L 3' とにより挟まれる角度 θ_4 の範囲に仮想的に

50

拡張されるので、色相を示す点 P_c と輝度軸とを結ぶ直線 L_c は、反時計方向に θ_4 / θ_2 倍された位置、つまり、基準線 L_1 から反時計方向に $\theta_4 / \theta_2 \times \theta_c$ の位置まで回転される。言い換えれば、点 P_c は、図 7 で示す点 $P_{c'}$ まで回転される。この回転により、例えば点 P_c がマゼンタを示す色相であれば、色相が青色に変更される。なお、基準線 L_1 から時計方向に角度 θ_4 の範囲は、マゼンタと青色との境界 H_{BM} 、青色とシアンとの境界 H_{CB} 及びシアンと緑色との境界 H_{GC} を含んでいることから、基準線 L_1 と直線 L_2 とに挟まれる角度 θ_1 の範囲にプロットされる画素の色相は、マゼンタ、青色、シアン、緑色のいずれかの色相に変更される。

【0027】

なお、上述した角度 θ_3 と角度 θ_4 とは同一角度であっても、異なる角度であってもよいが、角度 θ_3 と角度 θ_4 とは、拡張された対象範囲に全ての色相が含まれないような角度に設定される。つまり、これら角度を、拡張された対象範囲に全ての色相が含まれるように設定した場合には、拡張前に生じた色相差が無くなってしまう。つまり、角度 θ_3 や角度 θ_4 は、2つの色相の境界が含まれる角度を最小の角度とし、角度 θ_3 と角度 θ_4 とを合計した角度が拡張された対象範囲に全ての色相が含まれないような角度を最大の角度として、これら最小の角度と最大の角度との間で、これら角度 θ_3 と角度 θ_4 とを設定すればよい。

【0028】

なお、これら角度 θ_3 や角度 θ_4 は、自動的に設定されるものであってもよいし、ユーザによる入力操作によって設定されるものであってもよい。ユーザによる入力操作によって設定される場合には、これら角度を再設定できるようにしておけば、一度設定された角度 θ_3 や角度 θ_4 が小さすぎる（色相差があまり明確に現れない）場合に、これら角度 θ_3 や角度 θ_4 を再設定することができるので便利となる。

【0029】

6) HSI RGB変換処理

HSI RGB変換処理は、色相が変換された各画素の色相、彩度、輝度からなる色情報を、赤(R)、緑(G)、青(B)の各色成分値からなる色情報に変換する。これにより、対象領域の色相が変更され、且つ対象領域外の部分が無彩色に変換されたカラー画像20'に変換される。この変換処理が実行された標本のカラー画像20'は表示装置14に出力される。これにより、図8に示すように、表示装置14には、観察対象となる細胞の色相差が明確になったカラー画像が表示される。なお、図8においては、各細胞が異なる色相にて表示される場合を示すために、細胞毎に異なるハッチングを用いているが、例えば細胞の状態によっては、核の部分が同一の色相で、細胞質の色相が異なる場合もあるので、このような場合には、色相によって目視により細胞の状態を把握することができる。

【0030】

次に、画像処理の流れを、図9に示すフローチャートに基づいて説明する。

ステップS101は、標本のカラー画像を取り込む、つまり画像の入力処理である。このステップS101における画像の入力処理が終了するとステップS102に進む。

【0031】

ステップS102は、RGB HSI変換処理である。このRGB HSI変換処理によって、カラー画像の各画素の色情報が、RGBの各色成分からHSIの各成分に変換される。

【0032】

ステップS103は、色相の最頻値を検出する処理である。ステップS102の処理を実行することによって、カラー画像の各画素の色情報が、R、G、Bの各色成分からH、S、Iの各成分に変換される。このH、S、Iの各成分を用いて、上述した色空間に各画素をプロットする。カラー画像の全画素を色空間にプロットすることで、全画素に対する色相分布が得られる。この得られた色相分布から、最も多くプロットされている領域の色相を、色相の最頻値として検出する。図4の場合、マゼンタの領域に最も多くの画素が分

10

20

30

40

50

布していることから、この場合には、図4中「 θ 」で示す色相が色相の最頻値として検出される。ステップS103の処理が終了すると、ステップS104に進む。

【0033】

ステップS104は、対象範囲を設定する処理である。ステップS103の処理を実行することで、カラー画像における色相分布が得られ、また、色相の最頻値が検出される。ステップS104の処理としては、まず、検出された色相の最頻値と明度軸とを結ぶ直線を基準線L1として設定する。図5に示すように、基準線L1に対して反時計方向に角度 θ_1 回転させた直線L2と、時計方向に角度 θ_2 回転させた直線L3とを求め、直線L2と直線L3とで挟まれる範囲を対象範囲として設定する。例えば角度 θ_1 及び角度 θ_2 がそれぞれ 10° に設定されている場合には、角度 20° の範囲が対象範囲となる。

10

【0034】

ステップS105は、対象範囲に含まれない色相を有する画素の色情報を変換する処理である。詳細には、対象範囲の色相を有する画素の色情報を無彩色の色情報に変換する。カラー画像の各画素の色情報は、対象範囲に含まれるか否かに関係なく、有彩色を示す色情報である。このステップS105の処理では、対象範囲に含まれない色相となる画素の色情報のうち、彩度の成分を0に置き換えることで、対象範囲に含まれない色相となる画素の色情報を無彩色を示す色情報に変換する。これにより、対象範囲に含まれる画素の色情報のみが、有彩色を示す色情報となる。

【0035】

ステップS106は、色相を変更する処理である。ステップS104において対象範囲が設定されているので、この設定された対象範囲を拡張することで、対象範囲に含まれる画素の色相を変更する。上述したように、対象範囲は、基準線L1と該基準線L1に対して反時計方向に角度 θ_1 回転された直線L2とに挟まれた範囲と、基準線L1と該基準線L1に対して時計方向に角度 θ_2 回転された直線L3とに挟まれた範囲とからなる。そこで、対象範囲の拡張としては、基準線L1と直線L2とに挟まれた角度 θ_1 の範囲を基準線L1と直線L2'とに挟まれた角度 θ_3 の範囲に、また、基準線L1と直線L3とに挟まれた角度 θ_2 の範囲を基準線L1と直線L3'とに挟まれた角度 θ_4 の範囲にそれぞれ拡張する(図7参照)。この対象範囲の拡張により、対象範囲に含まれる色相が変更される。

20

【0036】

図6に示すように、例えば対象範囲に含まれる色相が点Pbで示す位置にある場合について説明する。点Pbと明度軸とを結んだ直線Lbと、基準線L1とのなす角度が角度 θ_b となる場合、上述した対象範囲の拡張によって、直線Lbは、基準線L1から反時計方向に角度 $\theta_3 / \theta_1 \times \theta_b$ の位置まで回転する。つまり、点Pbで示される色相が点Pb'で示される色相に変更される。このようにして、基準線L1と直線L2との間の範囲にプロットされた画素の色相(H)がそれぞれ変更されることになるが、基準線L1と該基準線L1に対して反時計方向に角度 θ_1 回転された直線L2との間の範囲に含まれる色相は、それぞれ同一の倍率で回転されることから、色相の相関関係を維持した状態で、各画素の色相における色相差を大きくすることができる。

30

【0037】

また、対象範囲に含まれる色相が点Pcで示す位置にある場合も、同様である。点Pcと明度軸とを結んだ直線Lcと基準線L1とのなす角度が角度 θ_c となる場合、上述した対象範囲の拡張によって、直線Lcは、基準線L1から時計方向に角度 $\theta_4 / \theta_2 \times \theta_c$ の位置まで回転する。つまり、点Pcで示される色相が点Pc'で示される色相に変更される。このようにして、基準線L1と直線L3との間の範囲にプロットされた画素の色相がそれぞれ変更される。なお、この場合も、基準線L1と該基準線L1に対して反時計方向に角度 θ_2 回転された直線L3との間の範囲に含まれる色相は、それぞれ同一の倍率で回転されることから、色相の相関関係を維持した状態で、各画素の色相における色相差を大きくすることができる。

40

【0038】

50

ステップS107は、HSI RGB変換処理である。ステップS106によって色相が変換されたカラー画像の各画素の色情報を、色相、彩度及び輝度の各成分から、R、G、Bの各色成分に変換する。これにより、色相が変更されたカラー画像が取得される。このカラー画像は表示装置14により表示される。なお、表示装置14には、観察対象となる細胞が複数の色相に分類されて表示されるとともに、観察対象となる細胞以外は、無彩色となるカラー画像が表示される。つまり、観察対象となる細胞が有彩色で、且つ細胞の微小な差異が色相差として明確に表示されているので、目視で容易に細胞の微小な差異を確認することができる。また、観察対象以外となる部分は無彩色で表示されることから、観察対象に注目させることができ、また、カラー画像内の構成を維持させた状態を保つことが可能となる。なお、無彩色で表示される観察対象意外となる部分は、輝度値による明暗が現れるので、カラー画像内の情報を壊すことなく表示することができる。

10

【0039】

図10は、肥満細胞白血病患者骨髓から採取した骨髓液の塗末標本をギムザ染色した細胞の画像を示す。図10中に示す画像50のうち、符号51は前骨髓球（promyelocyte）の細胞質に見られる構造物を示し、符号52は骨髓球（myelocyte）の細胞室内に見られる構造物を示している。これら構造物50、51は、ほぼ同様な好塩基性に染まる、例えば紫色の顆粒の集合物として認識されていることから、この画像50からは、これら構造物の区別を行うことが困難である。図11に示すように、画像50に対して本発明の技術を用いた処理を施すと、構造物51は、赤色の顆粒を含む構造物（図中符号51'）に変化し、構造物52は、緑色の顆粒を含む構造物（図中符号52'）に変化することから、細胞室内に見られる構造物の色相の違いから、構造物を区別することが可能となる。

20

【0040】

本実施形態では、対象範囲外となる色相を有する画素の色情報を、無彩色を示す色情報に変換した後に、対象範囲に含まれる色相の変更処理を行っているが、これに限定する必要はなく、対象範囲に含まれる色相を変更する際に対象範囲に含まれない色相を有する画素の色情報を、単一の色相の色情報に変換することも可能である。この場合、画像処理装置の構成や画像処理の流れは、本実施形態で示す図3の構成と同一となるが、図3中符号34で示す色情報の変換処理の内容や図9のステップS105の処理の内容が異なる。つまり、対象範囲に含まれない色相を有する画素の色情報を無彩色を示す色情報に変換するのではなく、色相の変更時に拡張される対象範囲に含まれる色相とは異なる単一の色相の色情報に変換する。上述したように、対象範囲は色相（H）の最頻値を基準として、拡張後の対象範囲に含まれる色相が全ての色相とならないように拡張される。例えば、図7においては、対象範囲が直線L2'と直線L3'とに挟まれる角度 θ_1 + 角度 θ_2 の範囲に拡張される場合、対象範囲に含まれない色相（図5に示す直線L2と直線L3とに挟まれる範囲にない色相）を有する画素の色情報を、角度 $(360 - (\theta_3 + \theta_4))^\circ$ の範囲に含まれる単一の色相の色情報に変換すればよい。

30

【0041】

本実施形態では、対象範囲に含まれる色相を変更することにより、観察対象となる細胞の色相差を大きくするようにしているが、例えば観察対象によっては、対象範囲に含まれる色相を有する画素の彩度が小さい場合もあり、色相差を大きくしただけでは観察対象となる細胞の微細な差異を目視では観察できない場合がある。このような場合には、対象範囲にプロットされた画素の色相を変更する他に、彩度を変更することが可能である。

40

【0042】

例えば各画素の色情報は、赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の各色成分から、色相（H）、彩度（S）、輝度（I）の成分に変換されることから、各画素の彩度の値は予めわかっている。この場合、予め彩度を変更する基準となる閾値（基準値）を予め設定しておく。そして、設定される対象範囲に含まれる色相を有する画素の彩度の最大値を求めた後、上述した閾値と最大値とを比較し、最大値が閾値以下、又は最小値が閾値以上となる場合に、色相の変更時に、彩度の値を変更すればよい。この彩度の変更としては、例えば

50

、彩度を n 倍することが考えられる。例えば全ての画素における彩度の最大値が閾値以下となる場合には $n > 1$ に設定される。この場合、彩度の値が飽和してしまう場合もあることから、彩度の値の倍率は、例えば対象範囲に含まれる色相を有する画素の彩度が飽和しないように設定すればよい。また、彩度の最小値が閾値以上となる場合には $n < 1$ となるが、この場合は、彩度の最大値が閾値以下とならないように設定すればよい。

【 0 0 4 3 】

本実施形態では、色相の最頻値に基づいて設定される対象範囲を拡張することで該対象範囲に含まれる色相を変更しているが、例えば設定される対象範囲の位置によっては、単に対象範囲を拡張するだけでは、変更された色相の色相差が出にくい場合がある。この場合、対象範囲の設定の後、色空間上にプロットされる色相分布を、輝度軸を中心にして所

10

【 0 0 4 4 】

本実施形態では、画像処理装置について説明しているが、これに限定される必要はなく、図 3 に示す処理や、図 9 のフローチャートに示す処理をコンピュータに実行させることが可能な画像処理プログラムであってもよい。さらに、図 3 に示す処理や、図 9 のフローチャートに示す処理を実行させる画像処理プログラムは、コンピュータに読み取り可能な、例えばメモリーカードや、磁気ディスクや光学ディスクなどの記憶媒体に記憶されていることが好ましい。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 5 】

20

【図 1】検査装置の構成の概略を示すブロック図である。

【図 2】標本のカラー画像の一例を示す説明図である。

【図 3】カラー画像を処理する際のデータ経路の一例を示す図である。

【図 4】H S I 変換後の各画素の値（色相 / 彩度 / 輝度）を所定の色空間にプロットして説明する図である。

【図 5】プロットされた色相と対象範囲とを示す図である。

【図 6】対象範囲に含まれる色相を変更する場合について説明する図である。

【図 7】基準線 L_1 を基準にして対象範囲を拡張した後の色相を示す図である。

【図 8】色相が変更されたカラー画像の一例を示す説明図である。

【図 9】画像処理装置における画像処理の流れを示すフローチャートである。

30

【図 10】骨髓液の塗末標本をギムザ染色した細胞の画像の一例を示す図である。

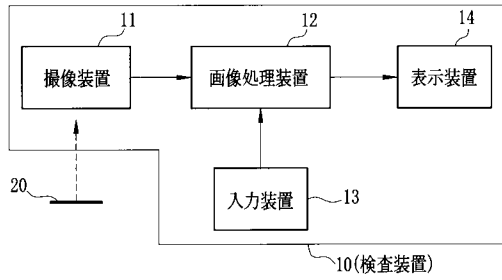
【図 11】図 10 の画像の色相を変更した後の細胞の画像の一例を示す図である。

【符号の説明】

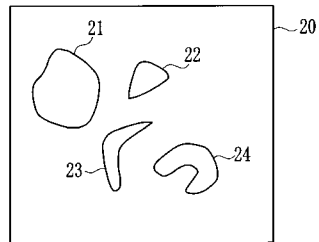
【 0 0 4 6 】

1 0 ... 検査装置、1 2 ... 画像処理装置、1 4 ... 表示装置、2 0 ... カラー画像、2 1 ~ 2 4 ... 細胞

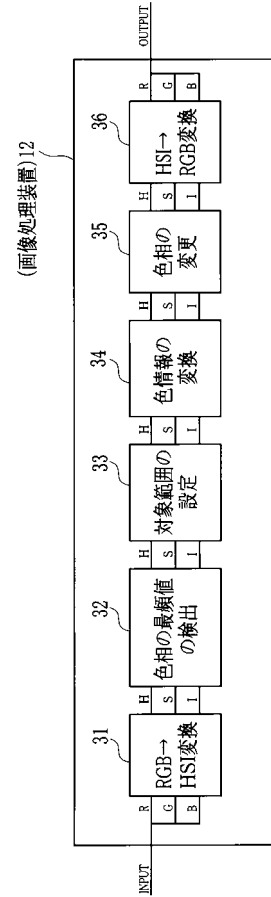
【図 1】



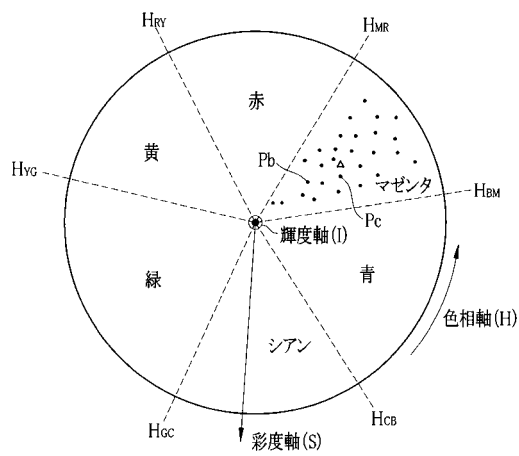
【図 2】



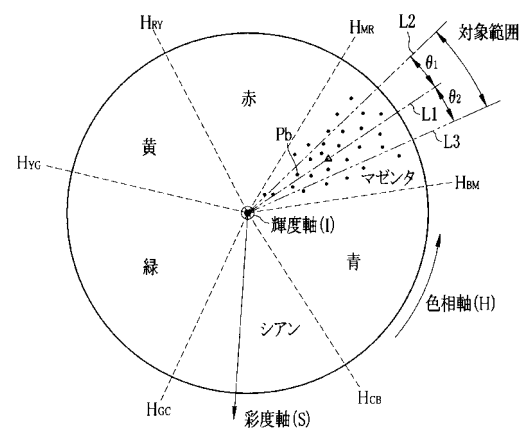
【図 3】



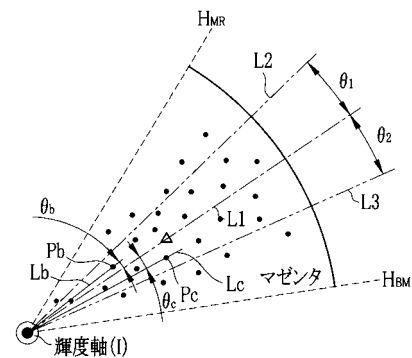
【図 4】



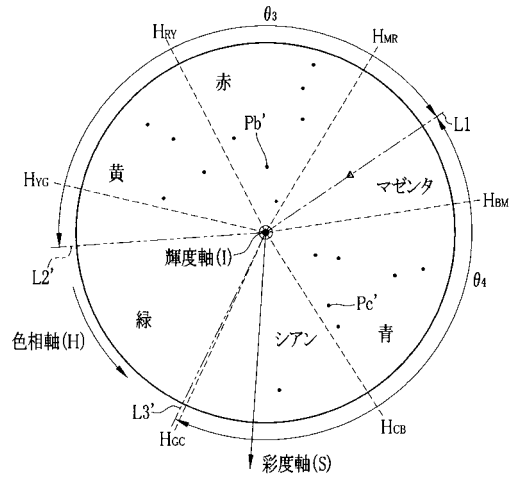
【図 5】



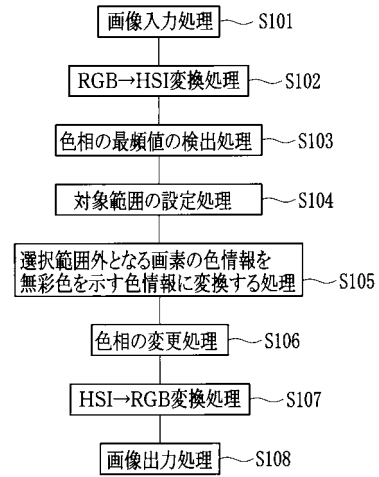
【図 6】



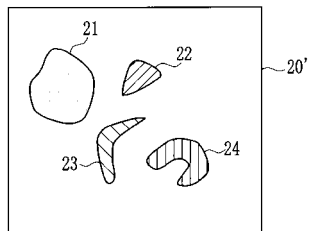
【図 7】



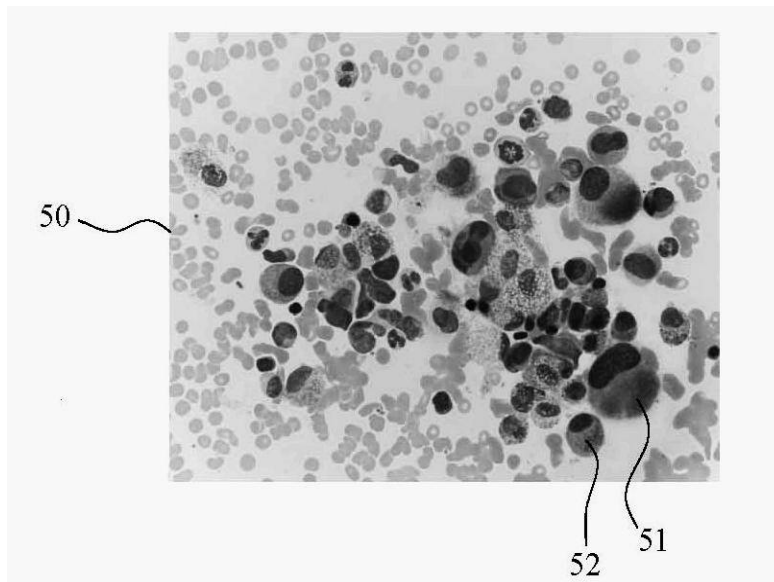
【図 9】



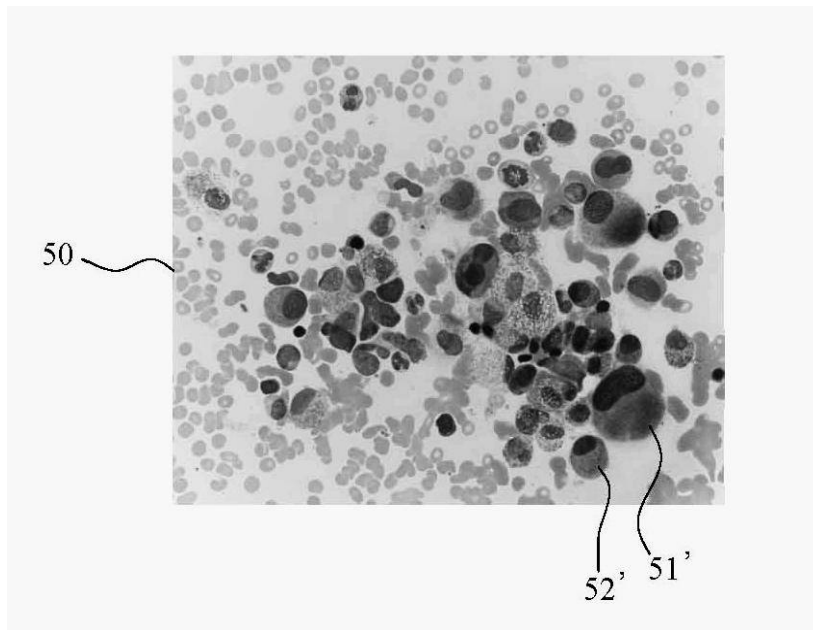
【図 8】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

- (72)発明者 森 哲
北海道札幌市中央区南1条西17丁目 北海道公立大学法人札幌医科大学内
- (72)発明者 佐藤 勉
北海道札幌市中央区南1条西17丁目 北海道公立大学法人札幌医科大学内
- (72)発明者 井山 諭
北海道札幌市中央区南1条西17丁目 北海道公立大学法人札幌医科大学内
- (72)発明者 篠田 兼崇
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

審査官 片岡 利延

- (56)参考文献 特開平01-138877(JP, A)
特開昭62-092074(JP, A)
特開昭62-281062(JP, A)
特開2008-020949(JP, A)
特開2006-350740(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 6 T	1 / 0 0
G 0 1 N	3 3 / 4 8
H 0 4 N	1 / 4 6
H 0 4 N	1 / 6 0