(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年11月30日(30.11.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/228229 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 33/48 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/021048

(22) 国際出願日： 2022年5月23日(23.05.2022)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(71) 出願人: 日本電気株式会社 (**NEC CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 尾見 康夫 (**OMI, Yasuo**); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).

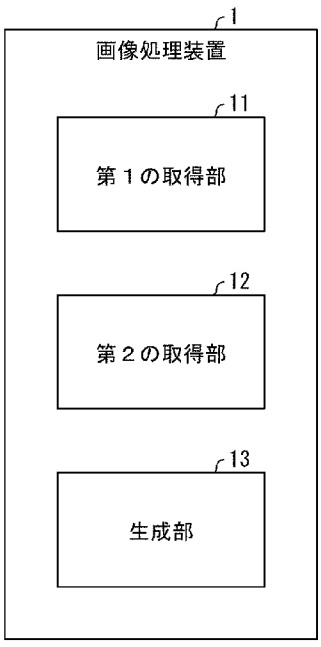
(74) 代理人: 弁理士法人 HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK (**HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK**); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) **Title:** IMAGE PROCESSING DEVICE, IMAGE PROCESSING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称： 画像処理装置、画像処理方法、およびプログラム

図 1



1... Image processing device
11... First acquisition unit
12... Second acquisition unit
13... Generation unit

(57) **Abstract:** In order to improve the accuracy of classifying a sample cell as benign or malignant in pathological diagnosis, an image processing device (1) comprises: a first acquisition unit (1) for acquiring a target image including a sample cell as a subject; a second acquisition unit (12) for acquiring characteristic information representing the characteristics of a learning image used to train an estimation model trained so as to estimate, upon receiving input of an image including a cell as a subject, whether the cell is a benign cell or a malignant cell; and a generation unit (13) for referencing the

WO 2023/228229 A1

［続葉有］

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

characteristic information and generating an image in which the characteristics of the target image are changed.

(57) 要約：病理診断において、検体細胞の良悪性分類の精度を向上させるために、画像処理装置（１）は、検体細胞を被写体として含む対象画像を取得する第１の取得部（１１）と、細胞を被写体として含む画像を入力とし、当該細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを推定するように学習済の推定モデルの学習に用いた学習用画像の特性を示す特性情報を取得する第２の取得部（１２）と、特性情報を参照して、対象画像の特性を変更した画像を生成する生成部（１３）と、を備えている。

明　細　書

発明の名称 ： 画像処理装置、画像処理方法、およびプログラム

技術分野

[0001]　本発明は、画像処理装置、画像処理方法、およびプログラムに関する。

背景技術

[0002]　病理診断において、検体を被写体として含む画像の画像認識を行う学習済モデルに関する技術が開示されている。

[0003]　特許文献１には、染料の異なる複数のＷＳＩ（Whole Slide Image）のそれぞれに対する前処理によってＷＳＩデータを正規化してサンプルのばらつきを抑え、正規化されたＷＳＩデータを機械学習モデルに適用する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特表２０２１－５２４６３０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　特許文献１の技術では、学習するための画像と、病理診断における画像認識のために機械学習モデルに入力される画像との関連については考慮されていない。そのため、特許文献１の技術では、機械学習モデルに入力された画像の画像認識の精度が低くなる可能性があるという問題がある。

[0006]　このような問題は、検体細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを分類する良悪性分類において、良性であるにも関わらず悪性であると分類してしまう偽陽性を発生させる原因となる。偽陽性が発生すると、本来は再検査の必要がないにも関わらず再検査が必要になってしまう。また悪性であるにも関わらず良性であると分類してしまう偽陰性が発生した場合、がんの見落としに繋がるリスクもある。したがって、良悪性分類においては、入力された画像の画像認識の精度は高い方が好ましい。

[0007] 本発明の一態様は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、その目的の一例は、病理診断において、検体細胞の良悪性分類の精度を向上させる技術を提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一側面に係る画像処理装置は、検体細胞を被写体として含む対象画像を取得する第１の取得手段と、細胞を被写体として含む画像を入力とし、当該細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを推定するように学習済の推定モデルの学習に用いた学習用画像の特性を示す特性情報を取得する第２の取得手段と、前記特性情報を参照して、前記対象画像の特性を変更した画像を生成する生成手段と、を備える。

[0009] 本発明の一側面に係る画像処理方法は、画像処理装置が、検体細胞を被写体として含む対象画像を取得することと、細胞を被写体として含む画像を入力とし、当該細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを推定するように学習済の推定モデルの学習に用いた学習用画像の特性を示す特性情報を取得することと、前記特性情報を参照して、前記対象画像の特性を変更した画像を生成することと、を含む。

[0010] 本発明の一側面に係るプログラムは、コンピュータを画像処理装置として機能させるプログラムであって、前記プログラムは、前記コンピュータを、検体細胞を被写体として含む対象画像を取得する第１の取得手段と、細胞を被写体として含む画像を入力とし、当該細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを推定するように学習済の推定モデルの学習に用いた学習用画像の特性を示す特性情報を取得する第２の取得手段と、前記特性情報を参照して、前記対象画像の特性を変更した画像を生成する生成手段と、として機能させる。

発明の効果

[0011] 本発明の一態様によれば、病理診断において、検体細胞の良悪性分類の精度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の例示的実施形態１に係る画像処理装置の構成を示すブロック図である。

[図2]本発明の例示的実施形態１に係る画像処理方法のフロー図である。

[図3]本発明の例示的実施形態２に係る分類装置の構成を示すブロック図である。

[図4]本発明の例示的実施形態２に係る生成部が対象画像のノイズレベルを変更した画像を生成する処理の流れの一例を示すフロー図である。

[図5]本発明の例示的実施形態２に係る生成部が対象画像の色合いを変更した画像を生成する処理の流れの一例を示すフロー図である。

[図6]本発明の例示的実施形態２における色相のヒストグラムの一例を示す図である。

[図7]本発明の例示的実施形態２に係る生成部が対象画像の解像度を変更する処理の流れの一例を示すフロー図である。

[図8]本発明の例示的実施形態２におけるミクロメータの画像の一例を示す図である。

[図9]本発明の例示的実施形態２に係る生成部が対象画像の解像度を変更する処理の流れの他の例を示すフロー図である。

[図10]本発明の各例示的実施形態における画像処理装置および分類装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0013] 〔例示的実施形態１〕

本発明の第１の例示的実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。本例示的実施形態は、後述する例示的実施形態の基本となる形態である。

[0014] （画像処理装置１の概要）

本例示的実施形態に係る画像処理装置１は、検体細胞を被写体として含む対象画像の特性を変更した画像を生成する画像処理装置である。一例として、画像処理装置１は、細胞を被写体として含む画像を入力とし、当該細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを推定するように学習済みの推定モデル

の学習に用いた学習用画像の特性に合わせて、対象画像の特性を変更した画像を生成する。

[0015] 画像の特性とは、画像が備えている性質や特徴を指す。一例として、画像に含まれるノイズの大きさを示すノイズレベル、画像の色相、明度、および彩度からなる色合い、画像内における所定の長さに含まれる画素数を示す解像度、および画像に被写体として含まれる所定のオブジェクトの大きさを示す情報が挙げられる。

[0016] また、推定モデルの具体的構成は本例示的実施形態を限定するものではないが、一例として、ＣＮＮ（Convolution Neural Network）、ＲＮＮ（Recurrent Neural Network）、又はそれらの組み合わせを用いることができる。また、ランダムフォレストやサポートベクターマシンのような非ニューラルネットワーク型のモデルを用いてもよい。

[0017] （画像処理装置１の構成）

本例示的実施形態に係る画像処理装置１の構成について、図１を参照して説明する。図１は、本例示的実施形態に係る画像処理装置１の構成を示すブロック図である。

[0018] 画像処理装置１は、図１に示すように、第１の取得部１１、第２の取得部１２、および生成部１３を備えている。第１の取得部１１、第２の取得部１２、および生成部１３は、本例示的実施形態においてそれぞれ第１の取得手段、第２の取得手段、および生成手段を実現する構成である。

[0019] 第１の取得部１１は、検体細胞を被写体として含む対象画像を取得する。第１の取得部１１は、取得した対象画像を生成部１３に供給する。

[0020] 第２の取得部１２は、細胞を被写体として含む画像を入力とし、当該細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを推定するように学習済の推定モデルの学習に用いた学習用画像の特性を示す特性情報を取得する。第２の取得部１２は、取得した特性情報を生成部１３に供給する。

[0021] 生成部１３は、第２の取得部１２から供給された特性情報を参照して、第１の取得部１１から供給された対象画像の特性を変更した画像を生成する。

[0022] 以上のように、本例示的実施形態に係る画像処理装置１においては、検体細胞を被写体として含む対象画像を取得する第１の取得部１１と、細胞を被写体として含む画像を入力とし、当該細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを推定するように学習済の推定モデルの学習に用いた学習用画像の特性を示す特性情報を取得する第２の取得部１２と、特性情報を参照して、対象画像の特性を変更した画像を生成する生成部１３とを備える構成が採用されている。

[0023] すなわち、本例示的実施形態に係る画像処理装置１は、推定モデルの学習に用いた学習用画像の特性に合わせて対象画像の特性を変更した画像を生成するので、本例示的実施形態に係る画像処理装置１によれば、病理診断において、検体細胞の良悪性分類の精度を向上させることができるという効果が得られる。

[0024] （画像処理方法Ｓ１の流れ）

本例示的実施形態に係る画像処理方法Ｓ１の流れについて、図２を参照して説明する。図２は、本例示的実施形態に係る画像処理方法Ｓ１の流れを示すフロー図である。

[0025] （ステップＳ１１）

ステップＳ１１において、第１の取得部１１は、検体細胞を被写体として含む対象画像を取得する。第１の取得部１１は、取得した対象画像を生成部１３に供給する。

[0026] （ステップＳ１２）

ステップＳ１２において、第２の取得部１２は、細胞を被写体として含む画像を入力とし、当該細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを推定するように学習済の推定モデルの学習に用いた学習用画像の特性を示す特性情報を取得する。第２の取得部１２は、取得した特性情報を生成部１３に供給する。

[0027] （ステップＳ１３）

ステップＳ１３において、生成部１３は、第２の取得部１２から供給され

た特性情報を参照して、第１の取得部１１から供給された対象画像の特性を変更した画像を生成する。

[0028] 以上のように、本例示的実施形態に係る画像処理方法Ｓ１においては、検体細胞を被写体として含む対象画像を取得することと、細胞を被写体として含む画像を入力とし、当該細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを推定するように学習済の推定モデルの学習に用いた学習用画像の特性を示す特性情報を取得することと、特性情報を参照して、対象画像の特性を変更した画像を生成することと、を含む構成が採用されている。このため、本例示的実施形態に係る画像処理方法Ｓ１によれば、上述した画像処理装置１と同様の効果が得られる。

[0029] 〔例示的実施形態２〕

本発明の第２の例示的実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、例示的実施形態１にて説明した構成要素と同じ機能を有する構成要素については、同じ符号を付し、その説明を適宜省略する。

[0030] （分類装置２の概要）

本例示的実施形態に係る分類装置２は、検体細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを分類する装置である。

[0031] 一例として、分類装置２は、細胞を被写体として含む画像を入力として、当該細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを推定するように学習済の推定モデルに、検体細胞を被写体として含む画像を入力することにより、検体細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを分類する。

[0032] より具体的には、分類装置２は、検体細胞を被写体として含む対象画像を取得し、当該対象画像の特性を推定モデルの学習に用いた学習用画像の特性に合わせた画像を生成する。そして、分類装置２は、生成した画像を推定モデルに入力し、推定モデルによる結果を参照して、検体細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを分類する。すなわち、分類装置２は、上述した画像処理装置１の構成を含み、画像処理装置１によって生成された画像を推定モデルに入力することによって、検体細胞が良性細胞であるか悪性細胞である

かを分類する。

[0033] 一例として、学習用画像は、検体細胞を被写体として含む画像をデジタル化した画像であり、対象画像は、検体細胞を顕微鏡で映し出した画像を撮影した画像である。学習用画像がデジタル化した画像の場合、多くの学習用画像を取得することができるので、分類装置２は推定モデルの精度を高くすることができる。また、対象画像が顕微鏡で映し出した画像を撮影した画像の場合、分類装置２は術中迅速診（ＲＯＳＥ:Rapid On-Site Evaluation）における細胞診に用いられ得る。

[0034] 画像の特性および推定モデルについては、上述した通りである。

[0035] （分類装置２の構成）

本例示的実施形態に係る分類装置２の構成について、図３を参照して説明する。図３は、本例示的実施形態に係る分類装置２の構成を示すブロック図である。

[0036] 分類装置２は、図３に示すように、制御部１０、記憶部２１、および入出力部２２を備えている。

[0037] 記憶部２１は、後述する制御部１０が参照するデータが格納されている。記憶部２１に格納されているデータの一例として、推定モデルの学習に用いた学習用画像ＴＰの特性を示す特性情報ＰＩ、検体細胞を被写体として含む対象画像ＳＰ、および学習用画像ＴＰが挙げられる。

[0038] 入出力部２２は、接続されている他の装置からデータを取得、または、接続されている他の装置にデータを出力するインタフェースである。入出力部２２は、他の装置から取得したデータを制御部１０に供給したり、制御部１０から供給されたデータを他の装置に出力したりする。

[0039] また、入出力部２２は、ネットワークを介して他の装置と通信する通信モジュールであってもよい。ネットワークの具体的構成は本例示的実施形態を限定するものではないが、一例として、無線ＬＡＮ（Local Area Network）、有線ＬＡＮ、ＷＡＮ（Wide Area Network）、公衆回線網、モバイルデータ通信網、または、これらのネットワークの組み合わせを用いることができる

。

[0040] （制御部１０）

制御部１０は、分類装置２が備える各構成要素を制御する。また、制御部１０は、図３に示すように、第１の取得部１１、第２の取得部１２、生成部１３、および分類部１４としても機能する。第１の取得部１１、第２の取得部１２、生成部１３、および分類部１４は、本例示的実施形態においてそれぞれ第１の取得手段、第２の取得手段、生成手段、および分類手段を実現する構成である。

[0041] 第１の取得部１１は、検体細胞を被写体として含む対象画像ＳＰを取得する。第１の取得部１１は、取得した対象画像ＳＰを記憶部２１に格納する。

[0042] 第２の取得部１２は、細胞を被写体として含む画像を入力とし、当該細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを推定するように学習済の推定モデルの学習に用いた学習用画像ＴＰの特性を示す特性情報ＰＩを取得する。第２の取得部１２は、特性情報ＰＩそのものを取得する構成であってもよいし、１または複数の学習用画像ＴＰを取得し、１または複数の学習用画像ＴＰから特性情報ＰＩを導出することによって取得してもよい。第２の取得部１２は、取得した特性情報ＰＩ（および学習用画像ＴＰ）を記憶部２１に格納する。

[0043] ここで、特性情報ＰＩの一例として、複数の学習用画像ＴＰのそれぞれにおける特性を平均化した特性を示す特性情報ＰＩ、複数の学習用画像ＴＰのそれぞれにおける特性のばらつきの中央値となる特性を示す特性情報ＰＩが挙げられる。

[0044] また、図３に示すように、第２の取得部１２は、導出部１２１を備えている。

[0045] 導出部１２１は、学習用画像ＴＰから特性情報ＰＩを導出する。一例として、導出部１２１は、学習用画像ＴＰの特性を抽出し、抽出した特性を示す特性情報ＰＩを導出する。他の例として、導出部１２１は、複数の学習用画像ＴＰのそれぞれの特性を抽出し、抽出したそれぞれの特性を平均化した特

性、または抽出したそれぞれの特性のばらつきの中央値となる特性を示す特性情報ＰＩを導出する。

[0046] 生成部１３は、特性情報ＰＩを参照して、対象画像ＳＰの特性を変更した画像を生成する。生成部１３は、生成した画像を分類部１４に供給する。

[0047] 一例として、生成部１３は、対象画像ＳＰのノイズレベルを変更した画像を生成する。他の例として、生成部１３は、対象画像ＳＰの色合いを変更した画像を生成する。さらに他の例として、生成部１３は、対象画像ＳＰの解像度を変更した画像を生成する。さらに他の例として、生成部１３は、対象画像ＳＰに含まれるオブジェクトの大きさを変更した画像を生成する。

[0048] また、生成部１３は、対象画像ＳＰの複数の特性を変更した画像を生成してもよい。一例として、生成部１３は、対象画像ＳＰのノイズレベル、色合い、および解像度を変更した画像を生成する。

[0049] また、生成部１３は、対象画像ＳＰの複数の特性を変更した画像を生成する場合、所定の順序で特性を変更した画像を生成してもよいし、順序に関係なく対象画像ＳＰの複数の特性を変更した画像を生成してもよい。

[0050] 所定の順序で特性を変更した画像を生成する構成の一例として、生成部１３はまず、対象画像ＳＰのノイズレベルを変更した画像を生成する。次に、生成部１３は、ノイズレベル変更後の画像に対して、色合いを変更する処理を行い、色合いを変更した画像を生成する。そして、生成部１３は、色合いを変更後の画像に対して、解像度を変更する処理を行い、解像度を変更した画像を生成する。

[0051] 生成部１３が実行する処理の流れについては、後述する。

[0052] 分類部１４は、生成部１３から供給された画像を推定モデルに入力し、生成部１３から供給された画像に被写体として含まれる検体細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを分類する。分類部１４は、入出力部２２を介して、分類した結果を出力する。

[0053] 一例として、分類部１４は、推定モデルから出力された推定結果が検体細胞は良性細胞であることを示す場合、生成部１３から供給された画像に被写

体として含まれる検体細胞は良性細胞であると分類する。一方、分類部１４は、推定モデルから出力された推定結果が検体細胞は悪性細胞であることを示す場合、生成部１３から供給された画像に被写体として含まれる検体細胞は悪性細胞であると分類する。

[0054] （ノイズレベルを変更した画像を生成する処理）

生成部１３が、対象画像ＳＰのノイズレベルを変更した画像を生成する処理の一例について、図４を参照して説明する。図４は、本例示的実施形態に係る生成部１３が対象画像ＳＰのノイズレベルを変更した画像を生成する処理Ｓ２の流れの一例を示すフロー図である。以下では、特性情報ＰＩは、学習用画像ＴＰにおけるノイズレベルを示す情報であって、被写体としてオブジェクトが含まれていないバックグラウンド領域におけるノイズレベルを示す情報であり、生成部１３がガウシアンフィルタを適用してノイズレベルを算出する処理について説明する。

[0055] （ステップＳ２１）

ステップＳ２１において、生成部１３は、対象画像ＳＰから、被写体としてオブジェクトが含まれていない領域であるバックグラウンド領域を抽出する。生成部１３がバックグラウンド領域を抽出する方法については特に限定されないが、一例として、所定の画素値以下の領域をバックグラウンド領域として抽出する方法が挙げられる。

[0056] （ステップＳ２２）

ステップＳ２２において、生成部１３は、抽出したバックグラウンド領域に、ガウシアンフィルタを適用する。生成部１３が適用するガウシアンフィルタのシグマ値は特に限定されないが、一例として、１．０、１．５などの値が挙げられる。

[0057] （ステップＳ２３）

ステップＳ２３において、生成部１３は、ガウシアンフィルタ適用後のバックグラウンド領域のノイズレベルを算出する。一例として、特性情報ＰＩがノイズレベルとして画素値の標準偏差を示す場合、生成部１３は、ノイズ

レベルとして、ガウシアンフィルタ適用後のバックグラウンド領域における画素値の標準偏差を算出する。そして、生成部１３は、算出したバックグラウンド領域における画素値の標準偏差と、特性情報ＰＩが示す標準偏差との差異を算出する。

[0058] （ステップＳ２４）

ステップＳ２４において、生成部１３は、算出した差異が所定の範囲内であるか否かを判定する。

[0059] （ステップＳ２５）

ステップＳ２４において、算出した差異が所定の範囲内ではないと判定された場合（ステップＳ２４：ＮＯ）、ステップＳ２５において、生成部１３は、適用するガウシアンフィルタのシグマ値を変更する。

[0060] 一例として、ガウシアンフィルタ適用後のバックグラウンド領域の画素値の標準偏差が、特性情報ＰＩが示す標準偏差より高い場合、生成部１３は、シグマ値を１０％上げる。一方、ガウシアンフィルタ適用後のバックグラウンド領域の画素値の標準偏差が、特性情報ＰＩが示す標準偏差より低い場合、生成部１３は、シグマ値を１０％下げる。すなわち、生成部１３は、特性情報ＰＩが示すノイズレベルと、対象画像ＳＰのバックグラウンド領域におけるノイズレベルとの差異が所定の範囲内となるシグマ値を導出する。

[0061] そして、生成部１３は、変更後のシグマ値のガウシアンフィルタを適用するため、ステップＳ２２の処理に戻る。

[0062] （ステップＳ２６）

ステップＳ２４において、算出した差異が所定の範囲内であると判定された場合（ステップＳ２４：ＹＥＳ）、ステップＳ２６において、生成部１３は、特性情報ＰＩが示すノイズレベルと、対象画像ＳＰのバックグラウンド領域におけるノイズレベルとの差異が所定の範囲内となったシグマ値のガウシアンフィルタを対象画像ＳＰに適用し、ノイズレベルを変更した画像を生成する。すなわち、生成部１３は、抽出した対象画像ＳＰのバックグラウンド領域におけるノイズレベルを特性情報ＰＩが示すノイズレベルに近付ける

ように、対象画像ＳＰのノイズレベルを変更した画像を生成する。

[0063] このように、生成部１３は、抽出した対象画像ＳＰのバックグラウンド領域におけるノイズレベルを特性情報ＰＩが示すノイズレベルに近付けるように、対象画像ＳＰのノイズレベルを変更した画像を生成する。したがって、生成部１３は、学習用画像ＴＰのノイズレベルと同等のレベルのノイズレベルを有する画像を推定モデルに入力することができるので、病理診断において、検体細胞の良悪性分類の精度を向上させることができる。

[0064] （色合いを変更した画像を生成する処理１）

生成部１３が、対象画像ＳＰの色合いを変更した画像を生成する処理の一例について、図５を参照して説明する。図５は、本例示的実施形態に係る生成部１３が対象画像ＳＰの色合いを変更した画像を生成する処理Ｓ３の流れの一例を示すフロー図である。以下では、特性情報ＰＩは、学習用画像ＴＰにおける色合いを示す情報であって、被写体としてオブジェクトが含まれているオブジェクト領域の色合いを示す情報であり、一例として、特性情報ＰＩは、学習用画像ＴＰのオブジェクト領域における色相、彩度、および明度それぞれのヒストグラムを示す情報である場合について説明する。

[0065] （ステップＳ３１）

ステップＳ３１において、生成部１３は、対象画像ＳＰにおいて、被写体としてオブジェクトが含まれる領域であるオブジェクト領域を抽出する。生成部１３がオブジェクト領域を抽出する方法については特に限定されないが、一例として、所定の画素値以上の領域をオブジェクト領域として抽出する方法が挙げられる。

[0066] （ステップＳ３２）

ステップＳ３２において、生成部１３は、抽出したオブジェクト領域における色合いを示す情報として、抽出したオブジェクト領域の色合いのヒストグラムを生成する。一例として、生成部１３は、抽出したオブジェクト領域の色相、彩度、および明度それぞれのヒストグラムを生成する。

[0067] （ステップＳ３３）

ステップＳ３３において、生成部１３は、抽出した対象画像ＳＰのオブジェクト領域における色合いを、特性情報ＰＩが示す色合いに近付けるように変更した画像を生成する。ステップＳ３３における生成部１３の処理の一例について、図６を参照して説明する。図６は、本例示的実施形態における色相のヒストグラムの一例を示す図である。以下では、色相のヒストグラムについて説明するが、彩度および明度のヒストグラムについても同様である。

[0068] 特性情報ＰＩが示す色相のヒストグラムが図６の上側に示すヒストグラムあった場合、生成部１３は、特性情報ＰＩが示す色相のヒストグラムにおける平均値$mean_{pi}$、９５％信頼区間の左端a_{pi}および右端b_{pi}を算出する。

[0069] 次に、ステップＳ３２において生成した対象画像ＳＰのオブジェクト領域における色相のヒストグラムが図６の真ん中のヒストグラムであった場合、生成部１３は同様に、対象画像ＳＰのオブジェクト領域における色相のヒストグラムにおける平均値$mean_{sp1}$、９５％信頼区間の左端a_{sp1}および右端b_{sp1}を算出する。

[0070] そして、生成部１３は、以下の式（１）を用いて変更後の値Ｏｕｔを算出する。

[0071] [数1]

【数１】

$$Out = \frac{Var_{poi}}{Var_{tar}}(In - mean_{poi}) + mean_{tar} \quad \cdots \quad (1)$$

式（１）における各変数は以下の通りである。

Ｏｕｔ：変更後の色相値

Ｉｎ：対象画像ＳＰの色相値

Var_{tar}：目標ヒストグラムにおいて、色相値Ｉｎの９５％信頼区間の上限値から下限値を引いた値。すなわち右端b_{pi}－左端a_{pi}。

Var_{poi1}：対象画像ＳＰのヒストグラムにおいて、色相値Ｉｎの９５％信頼区間の上限値から下限値を引いた値。すなわち右端b_{sp1}－左端a_{sp1}。

[0072] すなわち、生成部１３は、式（１）を用いて、各ヒストグラムの９５％信頼区間において、対象画像ＳＰにおけるある色相値Ｉｎについて、当該ある色相値における９５％信頼区間の上限値から下限値を引いた値$Ｖａｒ_{ｐｏｉ1}$を、目標ヒストグラムのそれである$Ｖａｒ_{ｔａｒ}$に合わせるように変更することによって、目標となる色相値に変換する。

[0073] 変換後の画像のオブジェクト領域における色相のヒストグラムを、図６の下側に示す。図６の下側に示すように、変換後のオブジェクト領域における色相のヒストグラムの平均値$ｍｅａｎ_{ｓｐ2}$、９５％信頼区間の左端$ａ_{ｓｐ2}$および右端$ｂ_{ｓｐ2}$は、対象画像ＳＰのオブジェクト領域における色合いのヒストグラムの平均値$ｍｅａｎ_{ｓｐ1}$、９５％信頼区間の左端$ａ_{ｓｐ1}$および右端$ｂ_{ｓｐ1}$に比べて、特性情報ＰＩが示すヒストグラムの平均値$ｍｅａｎ_{ｐｉ}$、９５％信頼区間の左端$ａ_{ｐｉ}$および右端$ｂ_{ｐｉ}$近くなっている。

[0074] このように、生成部１３は、対象画像ＳＰのオブジェクト領域における色合いを、特性情報ＰＩが示す色合いに近付けるように変更した画像を生成する。したがって、生成部１３は、学習用画像ＴＰの色合いと同等の色合いを有する画像を推定モデルに入力することができるので、病理診断において、検体細胞の良悪性分類の精度を向上させることができる。

[0075] （色合いを変更した画像を生成する処理２）

生成部１３は、対象画像ＳＰの色合いを変更する処理において、対象画像ＳＰのオブジェクト領域に加えて、対象画像ＳＰのバックグラウンド領域の色合いを変更してもよい。

[0076] 一例として、生成部１３は、対象画像ＳＰのバックグラウンド領域の画素値ＲＧＢを、所定の値（例えば２５６諧調の画像であれば、（Ｒ，Ｇ，Ｂ）＝（２３０，２３０，２３０））に変更してもよい。

[0077] 他の例として、生成部１３は、学習用画像ＴＰのバックグラウンド領域を参照する構成であってもよい。一例として、生成部１３は、学習用画像ＴＰのバックグラウンド領域の画素値の平均値を取得し、対象画像ＳＰのバックグラウンド領域の画素値を、当該平均値に変更してもよい。他の例として、

生成部１３は、複数の学習用画像ＴＰのそれぞれのバックグラウンド領域を抽出し、抽出した各バックグランド領域の画素値の平均値を算出する。そして、生成部１３は、対象画像ＳＰのバックグラウンド領域の画素値を、算出した平均値に変更してもよい。この場合、生成部１３は、画素値の平均値に替えて、画素値のばらつきの中央値を用いてもよい。

[0078] （解像度を変更した画像を生成する処理１）

生成部１３が、対象画像ＳＰの解像度を変更する処理の一例について、図７を参照して説明する。図７は、本例示的実施形態に係る生成部１３が対象画像ＳＰの解像度を変更する処理Ｓ４の流れの一例を示すフロー図である。以下では、特性情報ＰＩは学習用画像ＴＰの解像度を示す情報であり、生成部１３がミクロメータを被写体として含む画像を参照する処理について説明する。

[0079] （ステップＳ４１）

ステップＳ４１において、生成部１３は、対象画像ＳＰと同じ解像度で撮影されたミクロメータの画像を取得する。ミクロメータの画像の一例について、図８を参照して説明する。図８は、本例示的実施形態におけるミクロメータの画像の一例を示す図である。生成部１３は、図８の画像Ｐ１に示すように、ミクロメータを被写体として含む画像を取得する。

[0080] （ステップＳ４２）

ステップＳ４２において、生成部１３は、ミクロメータの画像の解像度を算出する。

[0081] 一例として、生成部１３はまず、図８の画像Ｐ２に示すように、画像Ｐ１を２値化した画像を生成する。次に、生成部１３は、図８の画像Ｐ３に示すように、画像Ｐ２に対して膨張（Ｄｉｌａｔｉｏｎ）処理および収縮（Ｅｒｏｓｉｏｎ）処理を行うことにより、クロージング（Ｃｌｏｓｉｎｇ）処理を行う。そして、生成部１３は、図８の画像Ｐ４に示すように、画像Ｐ４の水平方向に沿った方向をＸ軸、Ｘ軸に直交する方向をＹ軸として、ミクロメータの左端の画素の座標（X_L，Y_L）およびミクロメータの右端の画素の座

標（X_R，Y_R）を検出し、以下の式（２）を用いて解像度Ｒｅｓｏｌｕｔｉｏｎを算出する。

[0082] [数2]

【数２】

$$Resolution = L/(\sqrt{(X_R - X_L)^2 + (Y_R - Y_L)^2} \quad \cdots \quad (2)$$

式（２）におけるＬは、ミクロメータの長さである。

[0083] すなわち、生成部１３は、式（２）を用いて、所定の長さに含まれる対象画像ＳＰの画素数を算出することにより、解像度を算出する。

[0084] （ステップＳ４３）

ステップＳ４３において、生成部１３は、算出した解像度を特性情報ＰＩが示す解像度に変更した画像を生成する。

[0085] このように、生成部１３は、特性情報ＰＩが示す解像度と、対象画像ＳＰの解像度とが同じになるように、対象画像ＳＰの解像度を変更した画像を生成する。したがって、学習用画像ＴＰに被写体として含まれるオブジェクトの大きさと、対象画像ＳＰに被写体として含まれるオブジェクトの大きさとを同等にした画像を推定モデルに入力することができるので、病理診断において、検体細胞の良悪性分類の精度を向上させることができる。

[0086] （解像度を変更した画像を生成する処理２）

生成部１３が、対象画像ＳＰの解像度を変更する処理の他の一例について、図９を参照して説明する。図９は、本例示的実施形態に係る生成部１３が対象画像ＳＰの解像度を変更する処理Ｓ５の流れの他の一例を示すフロー図である。以下では、特性情報ＰＩは、学習用画像ＴＰに被写体として含まれる所定のオブジェクトの大きさを示す情報であり、生成部１３は、対象画像ＳＰに被写体として含まれる所定のオブジェクトを抽出する構成について説明する。

[0087] ここで、所定のオブジェクトは特に限定されないが、大きさの個体差が小さいオブジェクトが好ましく、一例として、赤血球およびリンパ球が挙げら

れる。当該構成により、生成部１３は、対象画像ＳＰに含まれるオブジェクトの大きさの基準として、個体差の小さい赤血球またはリンパ球を用いるので、オブジェクトの大きさを好適に算出することができる。以下では、所定のオブジェクトが赤血球の場合について説明する。

[0088] （ステップＳ５１）

ステップＳ５１において、生成部１３は、対象画像ＳＰに被写体として含まれる所定のオブジェクトとして、対象画像ＳＰに被写体として含まれる赤血球を抽出する。生成部１３が対象画像ＳＰに被写体として含まれる赤血球を抽出する方法の一例として、既知のディープラーニングセグメンテーション（ＤＬ　ｓｅｇｍｅｎｔａｔｉｏｎ）を使った方法が挙げられる。

[0089] （ステップＳ５２）

ステップＳ５２において、生成部１３は、抽出した赤血球の大きさを算出する。生成部１３は、抽出した赤血球を楕円近似し、長径および短径を算出してもよい。

[0090] また、複数の赤血球が抽出された場合、一例として、生成部１３は、面積が最大の赤血球の長径および短径を算出してもよい。他の例として、生成部１３は、当該複数の赤血球の面積のばらつきの中央値となる赤血球の長径および短径を算出してもよい。さらに他の例として、生成部１３は、複数の赤血球の長径および短径それぞれの平均値を算出してもよい。

[0091] （ステップＳ５３）

ステップＳ５３において、生成部１３は、算出した赤血球の大きさ（長径および短径）が、特性情報ＰＩが示す大きさ（長径および短径）になるように対象画像ＳＰの解像度を変更した画像を生成する。

[0092] このように、生成部１３は、特性情報ＰＩが示す所定のオブジェクトの大きさと、対象画像ＳＰに被写体として含まれる所定のオブジェクトの大きさとが同等になるように、対象画像ＳＰの解像度を変更した画像を生成する。したがって、学習用画像ＴＰに被写体として含まれるオブジェクトの大きさと、対象画像ＳＰに被写体として含まれるオブジェクトの大きさとを同等に

した画像を推定モデルに入力することができるので、病理診断において、検体細胞の良悪性分類の精度を向上させることができる。

[0093] （分類装置２の効果）

以上のように、本例示的実施形態に係る分類装置２においては、細胞を被写体として含む画像を入力とし、当該細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを推定するように学習済の推定モデルの学習に用いた学習用画像ＴＰの特性を示す特性情報ＰＩを参照して、検体細胞を被写体として含む対象画像ＳＰの特性を変更した画像を生成する。そして、本例示的実施形態に係る分類装置２においては、生成した画像を推定モデルに入力する構成が採用されている。

[0094] すなわち、本例示的実施形態に係る分類装置２は、推定モデルの学習に用いた学習用画像ＴＰの特性に合わせて対象画像ＳＰの特性を変更した画像を生成した上で、当該画像を推定モデルに入力するので、本例示的実施形態に係る分類装置２によれば、病理診断において、検体細胞の良悪性分類の精度を向上させることができるという効果が得られる。

[0095] 〔ソフトウェアによる実現例〕

画像処理装置１、分類装置２の一部又は全部の機能は、集積回路（ＩＣチップ）等のハードウェアによって実現してもよいし、ソフトウェアによって実現してもよい。

[0096] 後者の場合、画像処理装置１、分類装置２は、例えば、各機能を実現するソフトウェアであるプログラムの命令を実行するコンピュータによって実現される。このようなコンピュータの一例（以下、コンピュータＣと記載する）を図１０に示す。コンピュータＣは、少なくとも１つのプロセッサＣ１と、少なくとも１つのメモリＣ２と、を備えている。メモリＣ２には、コンピュータＣを画像処理装置１、分類装置２として動作させるためのプログラムＰが記録されている。コンピュータＣにおいて、プロセッサＣ１は、プログラムＰをメモリＣ２から読み取って実行することにより、画像処理装置１、分類装置２の各機能が実現される。

[0097] プロセッサＣ１としては、例えば、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＧＰＵ（Graphic Processing Unit）、ＤＳＰ（Digital Signal Processor）、ＭＰＵ（Micro Processing Unit）、ＦＰＵ（Floating point number Processing Unit）、ＰＰＵ（Physics Processing Unit）、マイクロコントローラ、又は、これらの組み合わせなどを用いることができる。メモリＣ２としては、例えば、フラッシュメモリ、ＨＤＤ（Hard Disk Drive）、ＳＳＤ（Solid State Drive）、又は、これらの組み合わせなどを用いることができる。

[0098] なお、コンピュータＣは、プログラムＰを実行時に展開したり、各種データを一時的に記憶したりするためのＲＡＭ（Random Access Memory）を更に備えていてもよい。また、コンピュータＣは、他の装置との間でデータを送受信するための通信インタフェースを更に備えていてもよい。また、コンピュータＣは、キーボードやマウス、ディスプレイやプリンタなどの入出力機器を接続するための入出力インタフェースを更に備えていてもよい。

[0099] また、プログラムＰは、コンピュータＣが読み取り可能な、一時的でない有形の記録媒体Ｍに記録することができる。このような記録媒体Ｍとしては、例えば、テープ、ディスク、カード、半導体メモリ、又はプログラマブルな論理回路などを用いることができる。コンピュータＣは、このような記録媒体Ｍを介してプログラムＰを取得することができる。また、プログラムＰは、伝送媒体を介して伝送することができる。このような伝送媒体としては、例えば、通信ネットワーク、又は放送波などを用いることができる。コンピュータＣは、このような伝送媒体を介してプログラムＰを取得することもできる。

[0100] 〔付記事項１〕

本発明は、上述した実施形態に限定されるものでなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能である。例えば、上述した実施形態に開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても、本発明の技術的範囲に含まれる。

[0101] 〔付記事項２〕

上述した実施形態の一部又は全部は、以下のようにも記載され得る。ただし、本発明は、以下の記載する態様に限定されるものではない。

[0102] （付記１）

検体細胞を被写体として含む対象画像を取得する第１の取得手段と、細胞を被写体として含む画像を入力とし、当該細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを推定するように学習済の推定モデルの学習に用いた学習用画像の特性を示す特性情報を取得する第２の取得手段と、前記特性情報を参照して、前記対象画像の特性を変更した画像を生成する生成手段と、を備える画像処理装置。

[0103] （付記２）

前記特性情報は、前記学習用画像におけるノイズレベルを示す情報であって、被写体としてオブジェクトが含まれていないバックグラウンド領域におけるノイズレベルを示す情報であり、前記生成手段は、前記対象画像からバックグラウンド領域を抽出し、抽出した前記対象画像のバックグラウンド領域におけるノイズレベルを前記特性情報が示すノイズレベルに近付けるように、前記対象画像のノイズレベルを変更した画像を生成する付記１に記載の画像処理装置。

[0104] （付記３）

前記生成手段は、前記対象画像のバックグランド領域にガウシアンフィルタを適用してノイズレベルを算出し、前記特性情報が示すノイズレベルと、前記対象画像のバックグラウンド領域におけるノイズレベルとの差異が所定の範囲内となるシグマ値を導出する付記２に記載の画像処理装置。

[0105] （付記４）

前記特性情報は、前記学習用画像における色合いを示す情報であって、被写体としてオブジェクトが含まれているオブジェクト領域における色あいを示す情報であり、前記生成手段は、前記対象画像からオブジェクト領域を抽出し、抽出した前記対象画像のオブジェクト領域における色合いを、前記特性情報が示す色合いに近付けるように変更した画像を生成する付記１から３

の何れか１項に記載の画像処理装置。

[0106] （付記５）

前記特性情報は、前記学習用画像のオブジェクト領域における色相、彩度、および明度それぞれのヒストグラムを示す情報である付記４に記載の画像処理装置。

[0107] （付記６）

前記特性情報は、前記学習用画像の解像度を示す情報であり、前記生成手段は、前記対象画像と同じ解像度で撮影されたミクロメータの画像を参照して、前記対象画像の解像度を前記特性情報が示す解像度に変更した画像を生成する付記１から５の何れか１項に記載の画像処理装置。

[0108] （付記７）

前記特性情報は、前記学習用画像に被写体として含まれる所定のオブジェクトの大きさを示す情報であり、前記生成手段は、前記対象画像に被写体として含まれる所定のオブジェクトを抽出し、抽出した前記対象画像のオブジェクトの大きさが、前記特性情報が示す大きさになるように前記対象画像の解像度を変更した画像を生成する付記１から６の何れか１項に記載の画像処理装置。

[0109] （付記８）

前記所定のオブジェクトは、赤血球またはリンパ球である付記７に記載の画像処理装置。

[0110] （付記９）

前記第２の取得手段は、前記学習用画像を取得し、前記学習用画像から特性情報を導出する導出手段を備える付記１から８の何れか１項に記載の画像処理装置。

[0111] （付記１０）

前記第２の取得手段は、複数の学習用画像のそれぞれにおける特性を平均化した特性を示す特性情報、または複数の学習用画像のそれぞれにおける特性のばらつきの中央値となる特性を示す特性情報を取得する付記１から９の

何れか１項に記載の画像処理装置。

[0112] （付記１１）

前記学習用画像は、検体細胞を被写体として含む画像をデジタル化した画像であり、前記対象画像は、検体細胞を顕微鏡で映し出した画像を撮影した画像である付記１から１０の何れか１項に記載の画像処理装置。

[0113] （付記１２）

付記１に記載の画像処理装置が生成した画像を前記推定モデルに入力し、付記１に記載の画像処理装置が生成した画像に被写体として含まれる検体細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを分類する分類手段を備える分類装置。

[0114] （付記１３）

画像処理装置が、検体細胞を被写体として含む対象画像を取得することと、細胞を被写体として含む画像を入力とし、当該細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを推定するように学習済の推定モデルの学習に用いた学習用画像の特性を示す特性情報を取得することと、前記特性情報を参照して、前記対象画像の特性を変更した画像を生成することと、を含む画像処理方法。

[0115] （付記１４）

コンピュータを画像処理装置として機能させるプログラムであって、前記プログラムは、前記コンピュータを、検体細胞を被写体として含む対象画像を取得する第１の取得手段と、細胞を被写体として含む画像を入力とし、当該細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを推定するように学習済の推定モデルの学習に用いた学習用画像の特性を示す特性情報を取得する第２の取得手段と、前記特性情報を参照して、前記対象画像の特性を変更した画像を生成する生成手段と、として機能させるプログラム。

[0116] 〔付記事項３〕

上述した実施形態の一部又は全部は、更に、以下のように表現することもできる。

[0117] 少なくとも１つのプロセッサを備え、前記プロセッサは、検体細胞を被写

体として含む対象画像を取得する第１の取得処理と、細胞を被写体として含む画像を入力とし、当該細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを推定するように学習済の推定モデルの学習に用いた学習用画像の特性を示す特性情報を取得する第２の取得処理と、前記特性情報を参照して、前記対象画像の特性を変更した画像を生成する生成処理とを実行する画像処理装置。

[0118] なお、この画像処理装置は、更にメモリを備えていてもよく、このメモリには、前記第１の取得処理と、前記第２の取得処理と、前記生成処理とを前記プロセッサに実行させるためのプログラムが記憶されていてもよい。また、このプログラムは、コンピュータ読み取り可能な一時的でない有形の記録媒体に記録されていてもよい。

符号の説明

[0119] １　画像処理装置

２　分類装置

１０　制御部

１１　第１の取得部

１２　第２の取得部

１３　生成部

１４　分類部

１２１　導出部

請求の範囲

[請求項1] 検体細胞を被写体として含む対象画像を取得する第１の取得手段と、

細胞を被写体として含む画像を入力とし、当該細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを推定するように学習済の推定モデルの学習に用いた学習用画像の特性を示す特性情報を取得する第２の取得手段と、

前記特性情報を参照して、前記対象画像の特性を変更した画像を生成する生成手段と、

を備える画像処理装置。

[請求項2] 前記特性情報は、前記学習用画像におけるノイズレベルを示す情報であって、被写体としてオブジェクトが含まれていないバックグラウンド領域におけるノイズレベルを示す情報であり、

前記生成手段は、

前記対象画像からバックグラウンド領域を抽出し、

抽出した前記対象画像のバックグラウンド領域におけるノイズレベルを前記特性情報が示すノイズレベルに近付けるように、前記対象画像のノイズレベルを変更した画像を生成する

請求項１に記載の画像処理装置。

[請求項3] 前記生成手段は、

前記対象画像のバックグランド領域にガウシアンフィルタを適用してノイズレベルを算出し、

前記特性情報が示すノイズレベルと、前記対象画像のバックグラウンド領域におけるノイズレベルとの差異が所定の範囲内となるシグマ値を導出する

請求項２に記載の画像処理装置。

[請求項4] 前記特性情報は、前記学習用画像における色合いを示す情報であって、被写体としてオブジェクトが含まれているオブジェクト領域にお

ける色あいを示す情報であり、

前記生成手段は、

前記対象画像からオブジェクト領域を抽出し、

抽出した前記対象画像のオブジェクト領域における色合いを、前記特性情報が示す色合いに近付けるように変更した画像を生成する

請求項１から３の何れか１項に記載の画像処理装置。

[請求項5] 前記特性情報は、前記学習用画像のオブジェクト領域における色相、彩度、および明度それぞれのヒストグラムを示す情報である

請求項４に記載の画像処理装置。

[請求項6] 前記特性情報は、前記学習用画像の解像度を示す情報であり、

前記生成手段は、前記対象画像と同じ解像度で撮影されたミクロメータの画像を参照して、前記対象画像の解像度を前記特性情報が示す解像度に変更した画像を生成する

請求項１から５の何れか１項に記載の画像処理装置。

[請求項7] 前記特性情報は、前記学習用画像に被写体として含まれる所定のオブジェクトの大きさを示す情報であり、

前記生成手段は、

前記対象画像に被写体として含まれる所定のオブジェクトを抽出し、

抽出した前記対象画像のオブジェクトの大きさが、前記特性情報が示す大きさになるように前記対象画像の解像度を変更した画像を生成する

請求項１から６の何れか１項に記載の画像処理装置。

[請求項8] 前記所定のオブジェクトは、赤血球またはリンパ球である

請求項７に記載の画像処理装置。

[請求項9] 前記第２の取得手段は、

前記学習用画像を取得し、

前記学習用画像から特性情報を導出する導出手段を備える

請求項１から８の何れか１項に記載の画像処理装置。

[請求項10] 前記第２の取得手段は、複数の学習用画像のそれぞれにおける特性を平均化した特性を示す特性情報、または複数の学習用画像のそれぞれにおける特性のばらつきの中央値となる特性を示す特性情報を取得する

請求項１から９の何れか１項に記載の画像処理装置。

[請求項11] 前記学習用画像は、検体細胞を被写体として含む画像をデジタル化した画像であり、

前記対象画像は、検体細胞を顕微鏡で映し出した画像を撮影した画像である

請求項１から１０の何れか１項に記載の画像処理装置。

[請求項12] 請求項１に記載の画像処理装置が生成した画像を前記推定モデルに入力し、請求項１に記載の画像処理装置が生成した画像に被写体として含まれる検体細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを分類する分類手段

を備える分類装置。

[請求項13] 画像処理装置が、

検体細胞を被写体として含む対象画像を取得することと、

細胞を被写体として含む画像を入力とし、当該細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを推定するように学習済の推定モデルの学習に用いた学習用画像の特性を示す特性情報を取得することと、

前記特性情報を参照して、前記対象画像の特性を変更した画像を生成することと、

を含む画像処理方法。

[請求項14] コンピュータを画像処理装置として機能させるプログラムであって、

前記プログラムは、前記コンピュータを、

検体細胞を被写体として含む対象画像を取得する第１の取得手段と

、

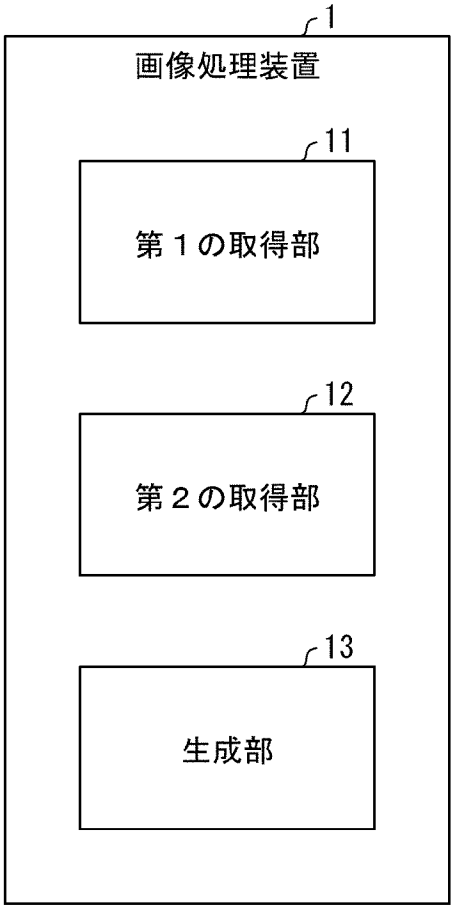
細胞を被写体として含む画像を入力とし、当該細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを推定するように学習済の推定モデルの学習に用いた学習用画像の特性を示す特性情報を取得する第２の取得手段と、

前記特性情報を参照して、前記対象画像の特性を変更した画像を生成する生成手段と、

として機能させるプログラム。

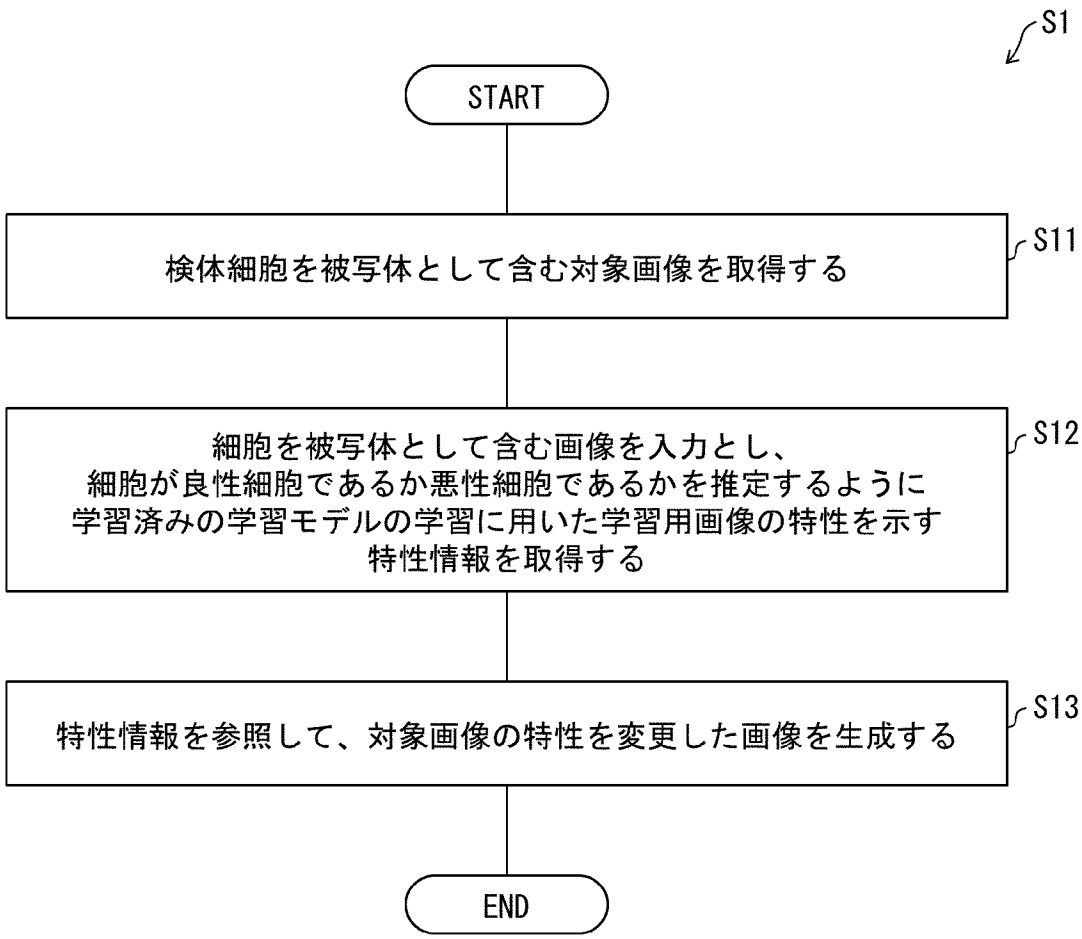
[図1]

図 1



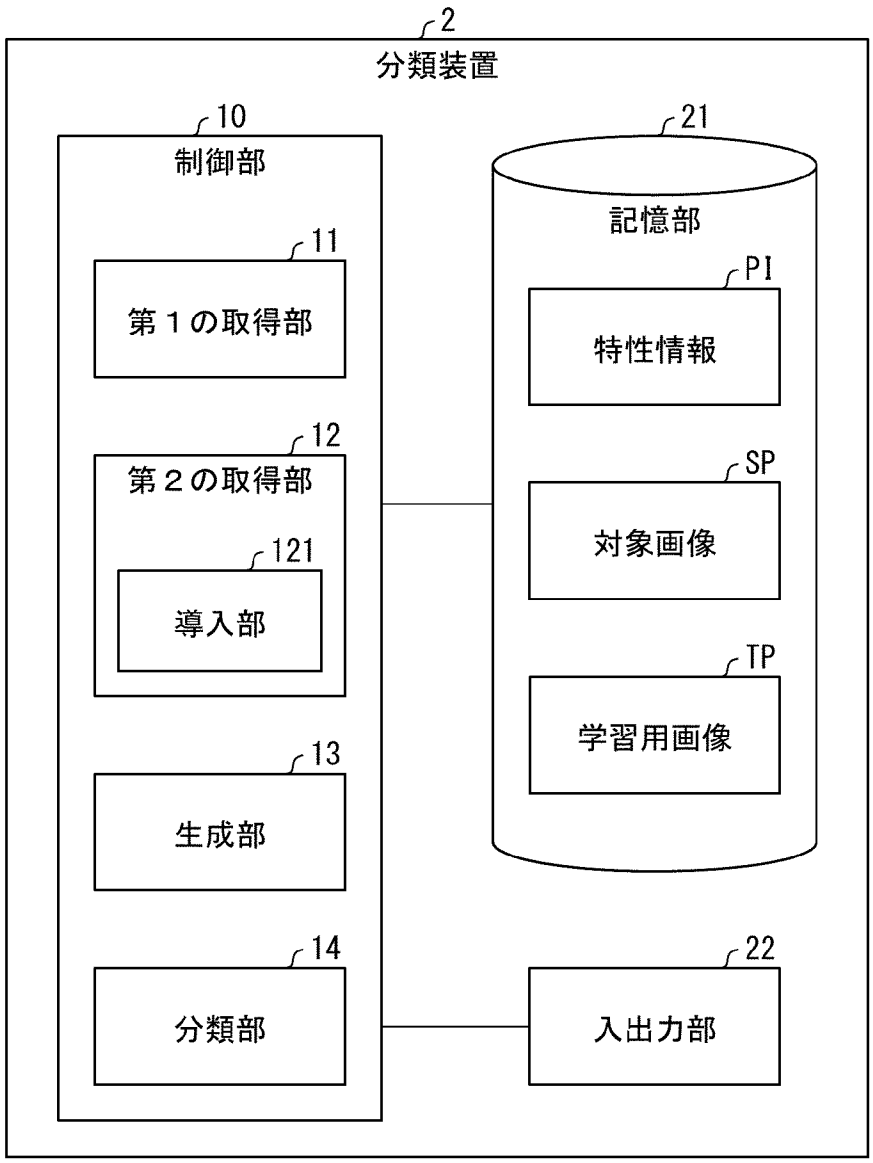
[図2]

図 2


S1
START
検体細胞を被写体として含む対象画像を取得する
S11
細胞を被写体として含む画像を入力とし、
細胞が良性細胞であるか悪性細胞であるかを推定するように
学習済みの学習モデルの学習に用いた学習用画像の特性を示す
特性情報を取得する
S12
特性情報を参照して、対象画像の特性を変更した画像を生成する
S13
END

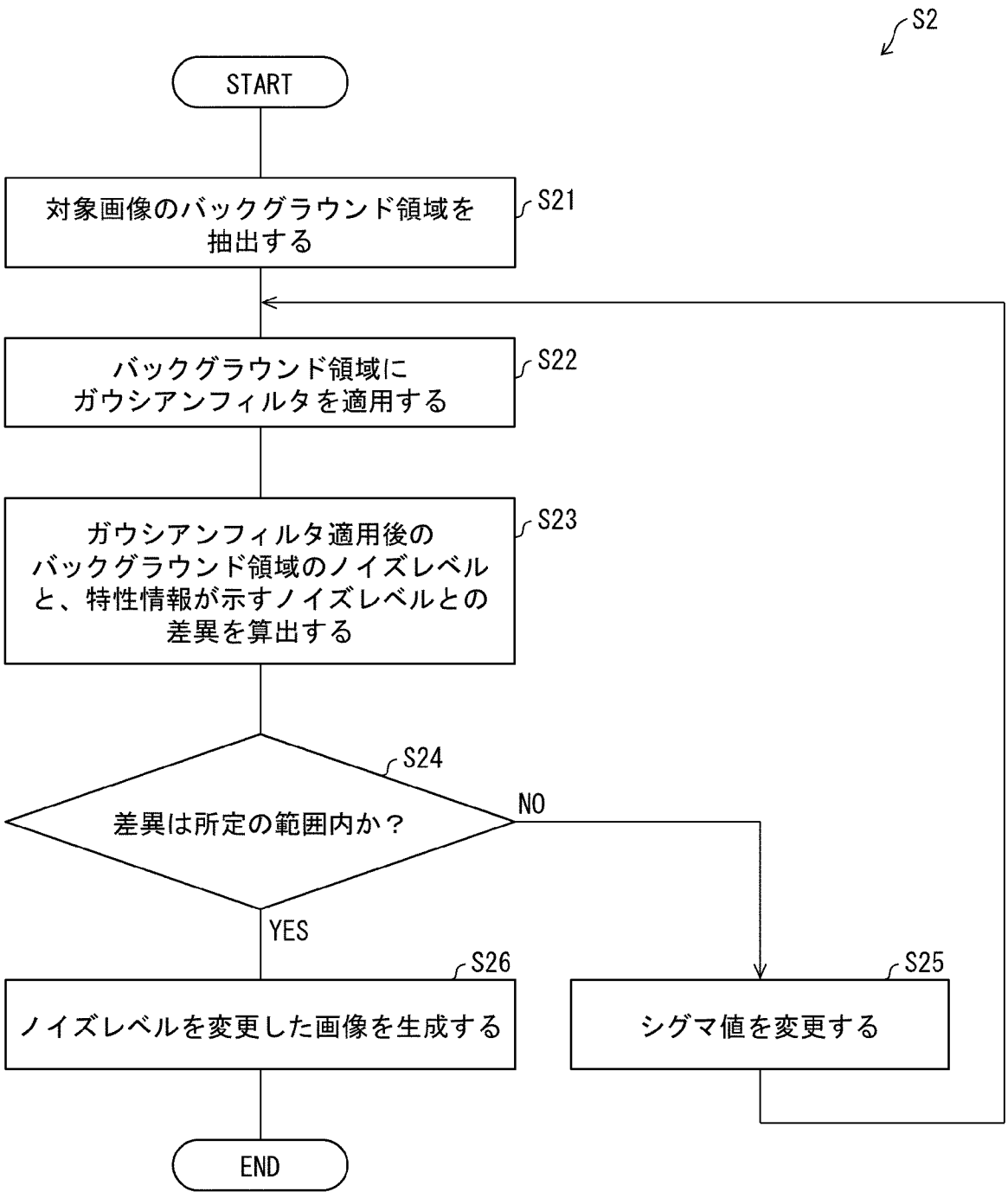
[図3]

図 3


2
分類装置
10
制御部
11
第１の取得部
12
第２の取得部
121
導入部
13
生成部
14
分類部
21
記憶部
PI
特性情報
SP
対象画像
TP
学習用画像
22
入出力部

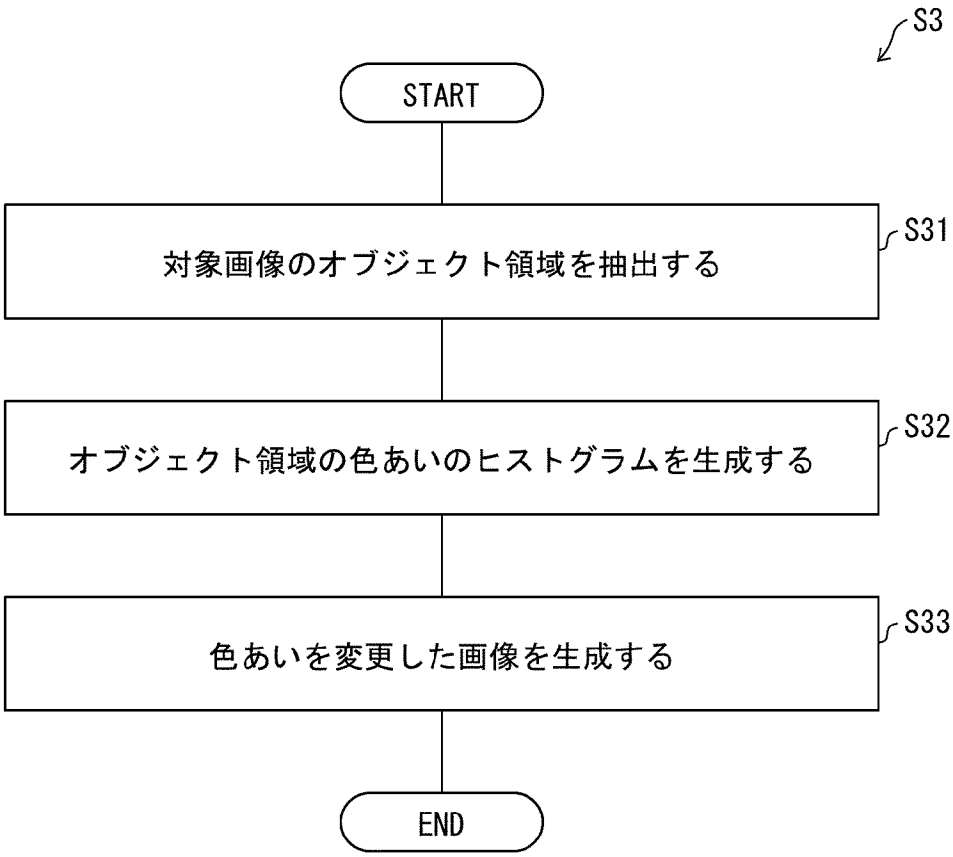
[図4]

図 4


S2
START
対象画像のバックグラウンド領域を抽出する
S21
バックグラウンド領域にガウシアンフィルタを適用する
S22
ガウシアンフィルタ適用後のバックグラウンド領域のノイズレベルと、特性情報が示すノイズレベルとの差異を算出する
S23
S24
差異は所定の範囲内か？
NO
YES
S26
ノイズレベルを変更した画像を生成する
S25
シグマ値を変更する
END

[図5]

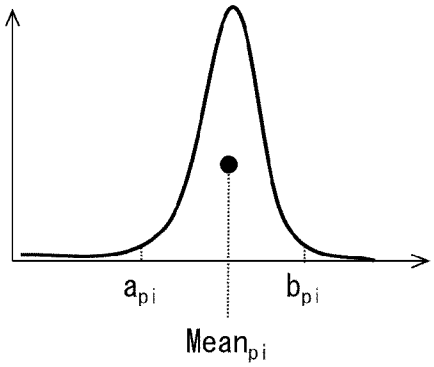
図 5


S3
START
対象画像のオブジェクト領域を抽出する
S31
オブジェクト領域の色あいのヒストグラムを生成する
S32
色あいを変更した画像を生成する
S33
END

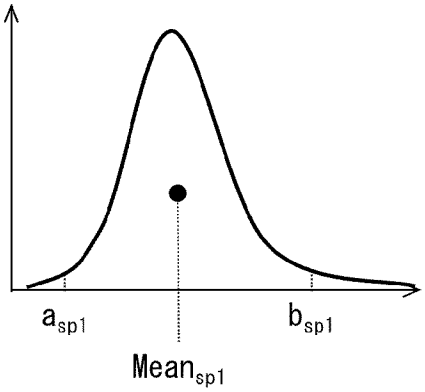
[図6]

図 6

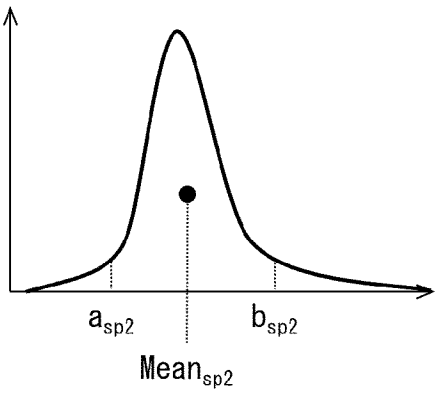
特性情報が示すヒストグラム



対象画像のオブジェクト領域における色相のヒストグラム

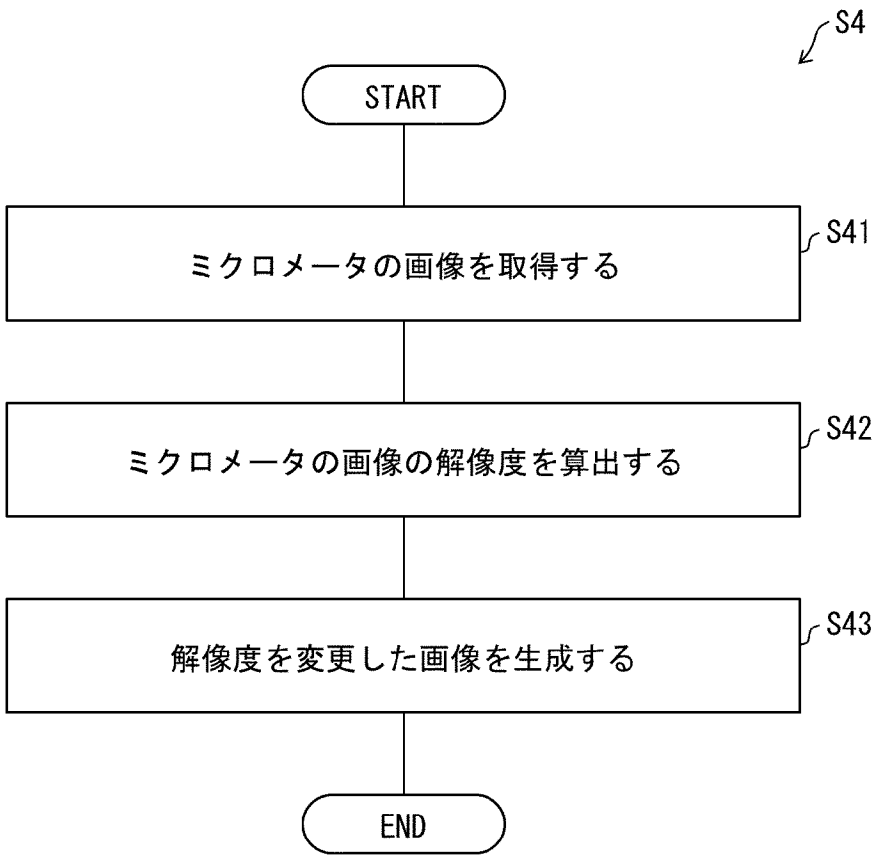


変更後の画像のオブジェクト領域における色相のヒストグラム



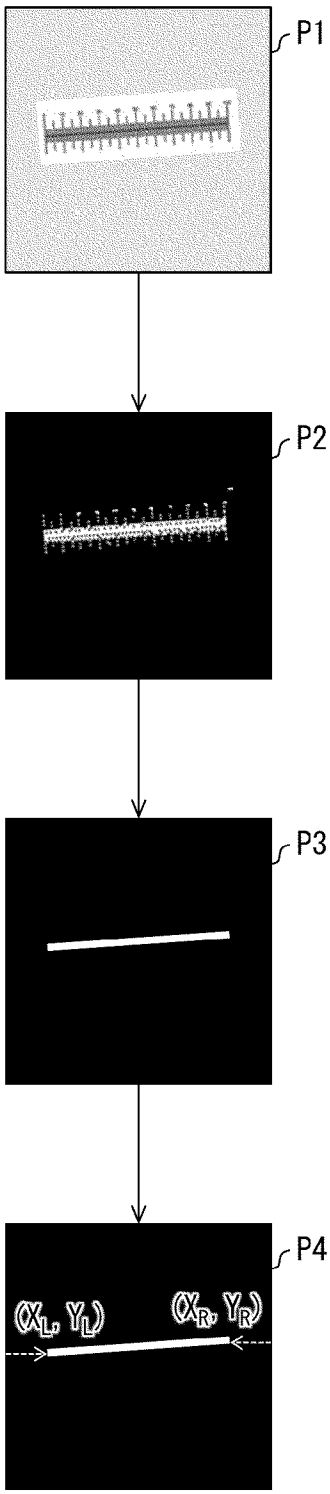
[図7]

図 7


S4
START
ミクロメータの画像を取得する
S41
ミクロメータの画像の解像度を算出する
S42
解像度を変更した画像を生成する
S43
END

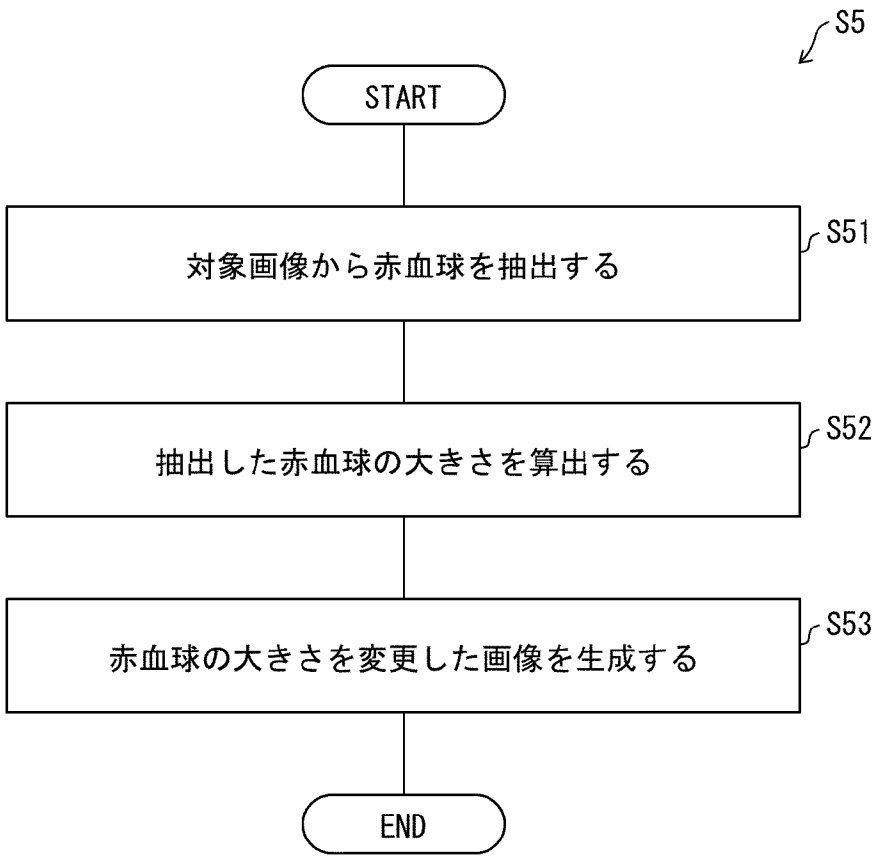
[図8]

図 8



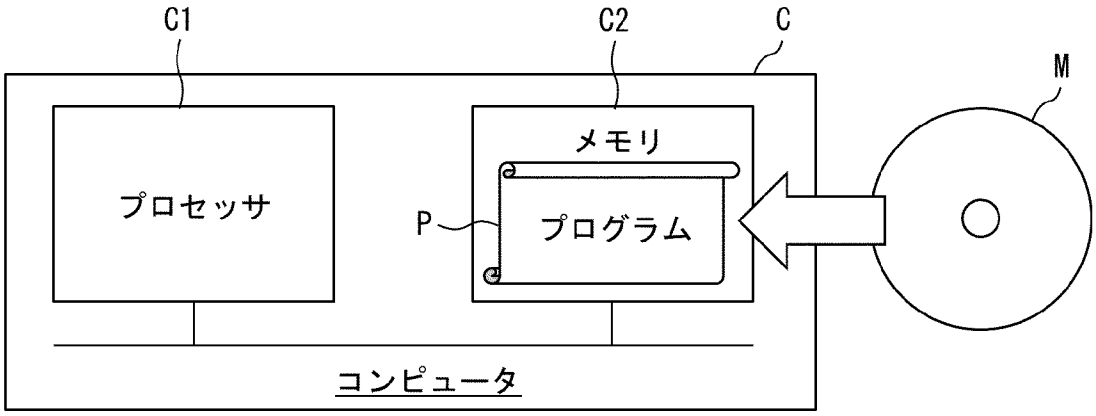
[図9]

図 9


S5
START
対象画像から赤血球を抽出する
S51
抽出した赤血球の大きさを算出する
S52
赤血球の大きさを変更した画像を生成する
S53
END

[図10]

図 10


C1
C2
C
M
プロセッサ
メモリ
P
プログラム
コンピュータ

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/021048

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 33/48(2006.01)i
FI: G01N33/48 M

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N33/48; A61B5/00; A61B6/00; A61B10/00; G06N3/00-3/12: G06N7/08-99/00; G06T7/00; G16H30/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2019/159821 A1 (NIIGATA UNIVERSITY) 22 August 2019 (2019-08-22) claims, paragraphs [0022]-[0026]	1-14
Y		1-14
Y	WO 2022/064763 A1 (FUJIFILM CORP.) 31 March 2022 (2022-03-31) paragraphs [0013]-[0015], [0017], [0066]-[0070], [0072]-[0075]	1-14
A	JP 2021-506022 A (VENTANA MEDICAL SYSTEMS, INC.) 18 February 2021 (2021-02-18) paragraph [0130]	1-14
A	JP 2020-518915 A (PASCHALAKIS, Stavros) 25 June 2020 (2020-06-25) abstract	1-14
A	CN 112435743 A (SHANGHAI GENNRAL HOSPITAL) 02 March 2021 (2021-03-02) abstract, claims	1-14
A	JP 2018-535471 A (KONINKLIJKE PHILIPS N. V.) 29 November 2018 (2018-11-29) abstract	1-14

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
12 July 2022	**26 July 2022**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2019-36255 A (WHAT'S KK) 07 March 2019 (2019-03-07) abstract, claims 1, 12	1-14
A	CN 112348059 A (BEIHANG UNIVERSITY) 09 February 2021 (2021-02-09) claims	1-14
A	CN 112215801 A (BEIHANG UNIVERSITY) 12 January 2021 (2021-01-12) paragraph [0032]	1-14
A	CN 111564205 A (HUNAN PINXIN BIOENGINEERING CO., LTD.) 21 August 2020 (2020-08-21) abstract, paragraph [0075]	1-14
A	US 2020/0167910 A1 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORP.) 28 May 2020 (2020-05-28) abstract, claims	1-14
A	WO 2022/070491 A1 (SHIMADZU CORP.) 07 April 2022 (2022-04-07) entire text, all drawings	1-14
A	CN 108172278 A (BEIHANG UNIVERSITY) 15 June 2018 (2018-06-15) abstract, claims	1-14
A	WO 2019/102829 A1 (OSAKA UNIVERSITY) 31 May 2019 (2019-05-31) abstract, claims	1-14
A	JP 2021-515240 A (GOOGLE LLC) 17 June 2021 (2021-06-17) abstract, claims	1-14
A	JP 2021-532350 A (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF COLORADO A BODY CORPORATE) 25 November 2021 (2021-11-25) abstract, claims	1-14
A	JP 2020-107239 A (CYGAMES CO., LTD.) 09 July 2020 (2020-07-09) entire text, all drawings	1-14
A	JP 2019-139370 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 22 August 2019 (2019-08-22) entire text, all drawings	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2022/021048

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2019/159821 A1	22 August 2019	EP 3754334 A1 paragraphs [0035]-[0039], claims US 2021/0035300 A1 CN 111727371 A KR 10-2020-0121318 A	
WO 2022/064763 A1	31 March 2022	(Family: none)	
JP 2021-506022 A	18 February 2021	WO 2019/110583 A1 paragraph [0145] US 2020/0342597 A1 EP 3721373 A1 CN 111417958 A	
JP 2020-518915 A	25 June 2020	WO 2018/200840 A1 abstract EP 3616120 A1 CN 111095261 A	
CN 112435743 A	02 March 2021	(Family: none)	
JP 2018-535471 A	29 November 2018	WO 2017/051187 A1 abstract US 2018/0357765 A1 EP 3353740 A1 CN 108140236 A	
JP 2019-36255 A	07 March 2019	(Family: none)	
CN 112348059 A	09 February 2021	(Family: none)	
CN 112215801 A	12 January 2021	(Family: none)	
CN 111564205 A	21 August 2020	(Family: none)	
US 2020/0167910 A1	28 May 2020	US 2021/0097686 A1	
WO 2022/070491 A1	07 April 2022	(Family: none)	
CN 108172278 A	15 June 2018	(Family: none)	
WO 2019/102829 A1	31 May 2019	(Family: none)	
JP 2021-515240 A	17 June 2021	WO 2019/199392 A1 abstract, claims US 2021/0018742 A1 EP 3776458 A1	
JP 2021-532350 A	25 November 2021	WO 2020/028313 A1 abstract, claims US 2021/0303818 A1 EP 3814749 A1 CN 113330292 A	
JP 2020-107239 A	09 July 2020	US 2021/0327104 A1 abstract, claims WO 2020/138182 A1 CN 113228111 A	
JP 2019-139370 A	22 August 2019	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/021048

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01N 33/48(2006.01)i
FI: G01N33/48 M

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01N33/48; A61B5/00; A61B6/00; A61B10/00; G06N3/00-3/12: G06N7/08-99/00; G06T7/00; G16H30/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	WO 2019/159821 A1 (国立大学法人新潟大学) 22.08.2019 (2019-08-22) [特許請求の範囲] [００２２]－[００２６]	1-14
Y		1-14
Y	WO 2022/064763 A1 (富士フイルム株式会社) 31.03.2022 (2022-03-31) [００１３]－[００１５] [００１７] [００６６]－[００７０] [００７２]－[００７５]	1-14
A	JP 2021-506022 A (ベンタナ メディカル システムズ, インコーポレイテッド) 18.02.2021 (2021-02-18) [０１３０]	1-14
A	JP 2020-518915 A (パスハラキス スタブロス) 25.06.2020 (2020-06-25) [要約]	1-14
A	CN 112435743 A (SHANGHAI GENNRAL HOSPITAL) 02.03.2021 (2021-03-02) [要約] [特許請求の範囲]	1-14
A	JP 2018-535471 A (コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ) 29.11.2018 (2018-11-29) [要約]	1-14

☑ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
"&" 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
12.07.2022	26.07.2022

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
三木　隆 2J 3312

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2019-36255 A (有限会社ワッツ) 07.03.2019 (2019-03-07) [要約] [請求項１] [請求項１２]	1-14
A	CN 112348059 A (BEIHANG UNIVERSITY) 09.02.2021 (2021-02-09) [特許請求の範囲]	1-14
A	CN 112215801 A (BEIHANG UNIVERSITY) 12.01.2021 (2021-01-12) [００３２]	1-14
A	CN 111564205 A (HUNAN PINXIN BIOENGINEERING CO., LTD.) 21.08.2020 (2020-08-21) [要約] [００７５]	1-14
A	US 2020/0167910 A1 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 28.05.2020 (2020-05-28) Abstract, Claims	1-14
A	WO 2022/070491 A1 (株式会社島津製作所) 07.04.2022 (2022-04-07) 全文・全図	1-14
A	CN 108172278 A (BEIHANG UNIVERSITY) 15.06.2018 (2018-06-15) [要約] [特許請求の範囲]	1-14
A	WO 2019/102829 A1 (国立大学法人大阪大学) 31.05.2019 (2019-05-31) [要約] [特許請求の範囲]	1-14
A	JP 2021-515240 A (グーグル エルエルシー) 17.06.2021 (2021-06-17) [要約] [特許請求の範囲]	1-14
A	JP 2021-532350 A (ザ・リージエンツ・オブ・ザ・ユニバーシテイ・オブ・コロラド、ア・ボデイー・コーポレイト) 25.11.2021 (2021-11-25) [要約] [特許請求の範囲]	1-14
A	JP 2020-107239 A (株式会社Ｃｙｇａｍｅｓ) 09.07.2020 (2020-07-09) 全文・全図	1-14
A	JP 2019-139370 A (パナソニックＩＰマネジメント株式会社) 22.08.2019 (2019-08-22) 全文・全図	1-14

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2022/021048

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2019/159821 A1	22.08.2019	EP 3754334 A1 [0035]-[0039]Claims US 2021/0035300 A1 CN 111727371 A KR 10-2020-0121318 A	
WO 2022/064763 A1	31.03.2022	（ファミリーなし）	
JP 2021-506022 A	18.02.2021	WO 2019/110583 A1 [0145] US 2020/0342597 A1 EP 3721373 A1 CN 111417958 A	
JP 2020-518915 A	25.06.2020	WO 2018/200840 A1 Abstract EP 3616120 A1 CN 111095261 A	
CN 112435743 A	02.03.2021	（ファミリーなし）	
JP 2018-535471 A	29.11.2018	WO 2017/051187 A1 Abstract US 2018/0357765 A1 EP 3353740 A1 CN 108140236 A	
JP 2019-36255 A	07.03.2019	（ファミリーなし）	
CN 112348059 A	09.02.2021	（ファミリーなし）	
CN 112215801 A	12.01.2021	（ファミリーなし）	
CN 111564205 A	21.08.2020	（ファミリーなし）	
US 2020/0167910 A1	28.05.2020	US 2021/0097686 A1	
WO 2022/070491 A1	07.04.2022	（ファミリーなし）	
CN 108172278 A	15.06.2018	（ファミリーなし）	
WO 2019/102829 A1	31.05.2019	（ファミリーなし）	
JP 2021-515240 A	17.06.2021	WO 2019/199392 A1 Abstrac Claims US 2021/0018742 A1 EP 3776458 A1	
JP 2021-532350 A	25.11.2021	WO 2020/028313 A1 Abstract Claims US 2021/0303818 A1 EP 3814749 A1 CN 113330292 A	
JP 2020-107239 A	09.07.2020	US 2021/0327104 A1 Abstract Claims WO 2020/138182 A1 CN 113228111 A	
JP 2019-139370 A	22.08.2019	（ファミリーなし）	