

(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
2024年12月19日(19.12.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/257162 A1

(51) 国際特許分類:
G06V 10/774 (2022.01)

都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT
知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/021727

(22) 国際出願日: 2023年6月12日(12.06.2023)

(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: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

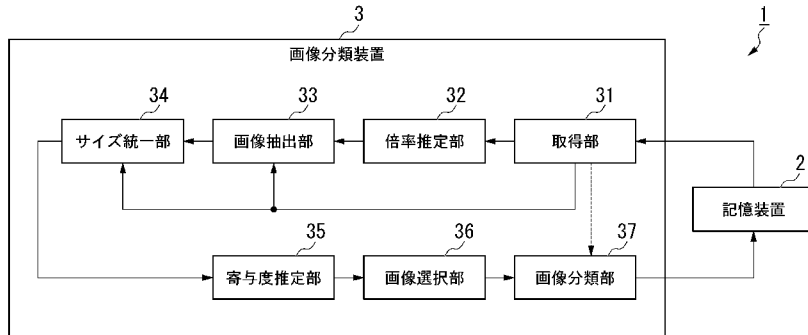
(72) 発明者: 木村 昭 悟 (KIMURA Akisato); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).
柏野 邦夫 (KASHINO Kunio); 〒1808585 東京

(74) 代理人: 弁理士法人志賀国際特許事務所 (SHIGA INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (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, CV, 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, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,

(54) Title: IMAGE CLASSIFICATION DEVICE, IMAGE CLASSIFICATION METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 画像分類装置、画像分類方法及びプログラム



- 2 Storage device
3 Image classification device
31 Acquisition unit
32 Magnification estimation unit
33 Image extraction unit
34 Size standardization unit
35 Contribution estimation unit
36 Image selection unit
37 Image classification unit

(57) Abstract: This image classification device comprises: a contribution estimation unit that estimates the contribution of each partial image included in an input image to the classification of the input image; an image selection unit that preferentially selects a partial image with a high contribution; and an image classification unit that classifies the input image including the selected partial image by classifying the selected partial image. The image classification device may further comprise: a magnification estimation unit that estimates a shooting magnification of an input image; an image extraction unit that extracts a partial image from an input image at a size corresponding to the shooting magnification; and a size standardization unit that standardizes the sizes of partial images. The contribution estimation unit may estimate the contribution of each partial image of standardized size.

(57) 要約: 画像分類装置は、入力画像に含まれた部分画像ごとに、入力画像の分類への寄与度を推定する寄与度推定部と、寄与度が高い部分画像を優先的に選択する画像選択部と、選択された部分画像を分類することによって、選択された部分画像を含む入力画像を分類する画像分類部とを備える。画像分類装置は、入力画像の撮影倍率を推定する倍率推定部と、撮影倍率に応じたサイズで、部分画像を入力画像から抽出する画像抽出部と、部分画像のサイズを統一するサイズ統一部とを更に備えてもよい。寄与度推定部は、サイズが統一された部分画像ごとに、寄与度を推定してもよい。

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, CV, 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, ME, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：画像分類装置、画像分類方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、画像分類装置、画像分類方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 撮影された画像が分類されることがある。例えば、採取された骨髓組織の採取元の人物が急性骨髄性白血病（AML: Acute Myeloid Leukemia）に罹患しているか否かを判定するために、機械学習されたモデルを用いて、骨髓生検の画像が分類されることがある（非特許文献1 参照）。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1: Eckardt, J.N., Middeke, J.M., Riechert, S. et al. "Deep learning detects acute myeloid leukemia and predicts NPM1 mutation status from bone marrow smears," Leukemia 36, 111-118 (2022).

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、機械学習に用いられる複数の学習用画像（学習用データ）を含む学習サンプルの構築には、多くのコストが必要とされる。例えば、学習用画像に撮影された構成要素（例えば、血球細胞）の検出と、学習用画像において検出された構成要素の性質の推定と、学習用画像の最終的な分類とのいずれについても、学習サンプルが準備される必要がある。

[0005] 特に、画像に撮影された構成要素を検出するタスクでは、学習サンプルの構築に非常に多くのコスト（労力）が必要とされる。多数の構成要素が学習用画像に撮影されている場合には、必要とされるコストは、学習用画像に撮影された構成要素の個数に比例する。このように、機械学習の学習サンプルの構築に多くのコストをかけなければ、入力画像を分類することができないという問題がある。

[0006] 上記事情に鑑み、本発明は、機械学習の学習サンプルの構築に必要とされるコストが削減されても、入力画像を分類することが可能である画像分類装置、画像分類方法及びプログラムを提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様は、入力画像に含まれた部分画像ごとに、前記入力画像の分類への寄与度を推定する寄与度推定部と、前記寄与度が高い前記部分画像を優先的に選択する画像選択部と、選択された前記部分画像を分類することによって、選択された前記部分画像を含む前記入力画像を分類する画像分類部とを備える画像分類装置である。

[0008] 本発明の一態様は、画像分類装置が実行する画像分類方法であって、入力画像に含まれた部分画像ごとに、前記入力画像の分類への寄与度を推定するステップと、前記寄与度が高い前記部分画像を優先的に選択するステップと、選択された前記部分画像を分類することによって、選択された前記部分画像を含む前記入力画像を分類するステップとを含む画像分類方法である。

[0009] 本発明の一態様は、コンピュータに、入力画像に含まれた部分画像ごとに、前記入力画像の分類への寄与度を推定する手順と、前記寄与度が高い前記部分画像を優先的に選択する手順と、選択された前記部分画像を分類することによって、選択された前記部分画像を含む前記入力画像を分類する手順とを実行させるためのプログラムである。

発明の効果

[0010] 本発明により、機械学習の学習サンプルの構築に必要とされるコストが削減されても、入力画像を分類することが可能である。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施形態における、画像分類システムの構成例を示す図である。

[図2]実施形態における、学習過程での画像分類装置の動作例を示すフローチャートである。

[図3]実施形態における、推論過程での画像分類装置の動作例を示すフローチャートである。

[図4]公知の技術による画像分類方法の受信者動作特性曲線の例を示す図である。

[図5]実施形態における画像分類方法の受信者動作特性曲線の例を示す図である。

[図6]実施形態における、画像分類装置のハードウェア構成例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

図1は、実施形態における、画像分類システム1の構成例を示す図である。学習過程において、画像分類システム1は、学習用画像を用いて、各モデル（倍率推定器、寄与度推定器及び画像分類器）の機械学習を実行するシステムである。学習過程の後の推論過程において、画像分類システム1は、学習済の各モデルを用いて入力画像（推論用画像）进行分类するシステムである。

[0013] 画像分類システム1は、記憶装置2と、画像分類装置3とを備える。記憶装置2は、例えば、サーバ装置である。画像分類装置3は、取得部31と、倍率推定部32と、画像抽出部33と、サイズ統一部34と、寄与度推定部35と、画像選択部36と、画像分類部37とを備える。画像分類装置3は、記憶装置2を備えてもよい。

[0014] まず、学習過程での画像分類システム1について説明する。

記憶装置2は、学習サンプルを記憶する。学習サンプルは、学習過程での入力画像（学習用画像）を含む。学習サンプル（教師データ）は、正解を表す学習用ラベル（正解ラベル）を、更に含んでもよい。学習サンプルは、学習用画像の撮影倍率（レンズ倍率）の情報（以下「学習用の撮影倍率情報」という。）等の付加情報を、更に含んでもよい。

[0015] 学習過程での画像分類装置3は、各モデル（倍率推定器、寄与度推定器及び画像分類器）の機械学習を実行する装置である。取得部31は、学習サンプルを記憶装置2から取得する。取得部31は、倍率推定部32と画像抽出

部 3 3 とサイズ統一部 3 4 とに、学習用画像を出力する。取得部 3 1 は、学習用画像を画像分類部 3 7 に出力してもよい。取得部 3 1 は、学習用の撮影倍率情報を、倍率推定部 3 2 に出力してもよい。

[0016] 倍率推定部 3 2（倍率推定器）は、学習用画像（入力画像）の撮影倍率を推定する。倍率推定部 3 2 は、例えば、予め定められた倍率目視推定データに基づいて、学習用画像の撮影倍率を推定する。顕微鏡では、各倍率のレンズのうちから選択されたレンズを用いて、血球細胞等が撮影されることが多い。このため、倍率推定部 3 2 は、どの倍率のレンズが選択されたのかを推定することになる。

[0017] 倍率推定部 3 2 は、推定された撮影倍率と、学習用の撮影倍率情報が示す正確な倍率とを比較する。すなわち、倍率推定部 3 2 は、推定された撮影倍率と、学習用ラベル（正解ラベル）において予め定められた倍率との間の差分（倍率推定損失）を算出する。倍率推定部 3 2 は、倍率推定損失が小さくなるように、倍率推定器の係数（モデルパラメータ）を更新する。倍率推定部 3 2 の学習（係数の更新）は、繰り返し実行される。

[0018] 倍率推定部 3 2 の学習が完了した場合、画像抽出部 3 3 は、推定された撮影倍率に応じたサイズ（切り取りサイズ）で、1 枚以上の部分画像を学習用画像（入力画像）から抽出する。推定された撮影倍率が例えば 10 倍である場合、例えば「64×64」のサイズで、学習用画像におけるランダムな座標から、各部分画像を抽出する。推定された撮影倍率が例えば 20 倍である場合、例えば「128×128」のサイズで、学習用画像におけるランダムな座標から、各部分画像（各切り取り画像）を抽出する。推定された撮影倍率が例えば 40 倍である場合、例えば「256×256」のサイズで、学習用画像におけるランダムな座標から、各部分画像を抽出する。推定された撮影倍率が例えば 100 倍である場合、例えば「640×640」のサイズで、学習用画像におけるランダムな座標から、各部分画像を抽出する。

[0019] サイズ統一部 3 4 は、学習用画像から抽出された各部分画像のサイズを、例えば「64×64」のサイズに統一（リサイズ）する。これによって、各

部分画像に撮影された構成要素の見かけ上の大きさが概ね一定に揃えられるので、画像特徴量の学習が容易になる。各部分画像には、学習用画像の分類への寄与度がラベリングされる。

[0020] 寄与度推定部35（寄与度推定器）は、学習用画像（入力画像）に含まれた部分画像ごとに、学習用画像の分類への寄与度を推定する。ここで、寄与度推定部35は、部分画像における複数の座標における寄与度の平均値を、その部分画像の寄与度（平均寄与度）と推定してもよい。

[0021] 学習用画像の分類への寄与度が高い部分画像であるほど優先的に学習用画像から抽出されるように、部分画像へのラベリングが行われる。ここで、画像における重要な構成要素は、明示的に検出されなくてもよい、また、画像における重要な構成要素の特徴量は、明示的に抽出されなくてもよい。このため、寄与度を各部分画像に付与するというラベリングは、学習用画像における構成要素を検出するためのラベリングと比較して、少ないコストで行うことができる。なお、このようなラベリングが不要であることもある。

[0022] 寄与度推定部35は、推定された寄与度と、予め定められた寄与度（ラベリングされた寄与度）との間の差分（寄与度推定損失）を算出する。寄与度推定部35は、寄与度推定損失が小さくなるように、寄与度推定器の係数（モデルパラメータ）を更新する。寄与度推定部35の学習（係数の更新）は、繰り返し実行される。

[0023] 上述のように、寄与度推定部35の学習の実行前には、倍率推定部32の学習が完了している。また、寄与度推定部35の学習が実行されるごとに、その実行前には、倍率推定部32による倍率推定と、画像抽出部33による画像抽出と、サイズ統一部34によるサイズ統一とが、上述のように実行される。

[0024] 寄与度推定部35の学習が完了した場合、画像選択部36は、推定された寄与度に基づいて、画像分類部37による分類にとって重要な部分画像に注目する。すなわち、画像選択部36は、推定された寄与度が高い1枚以上の部分画像（重要な部分画像）を、学習用画像において優先的に選択する。画

像選択部 36 は、例えば、予め定められた寄与度閾値以上の寄与度を有する部分画像を、寄与度が高い部分画像と判定する。寄与度閾値は、例えば、0 から 1 までの間の実数値のうちからランダムに予め定められる。

[0025] 画像分類部 37（画像分類器）は、選択された部分画像を分類することによって、選択された部分画像を含む学習用画像を分類する。例えば、急性骨髄性白血病に罹患している場合の画像群に部分画像が分類された場合、その部分画像を含む学習用画像も、急性骨髄性白血病に罹患している場合の画像群に分類される。

[0026] 画像分類部 37 は、学習用画像の分類結果と、学習用ラベル（正解ラベル）において予め定められた分類結果との間の差分（分類推定損失）を算出する。画像分類部 37 は、分類推定損失が小さくなるように、分類推定器の係数（モデルパラメータ）を更新する。画像分類部 37 の学習（係数の更新）は、繰り返し実行される。

[0027] 次に、推論過程での画像分類システム 1 について説明する。

記憶装置 2 は、推論過程での入力画像（推論用画像）を記憶する。記憶装置 2 は、推論用画像の撮影倍率の情報（以下「推論用の撮影倍率情報」という。）を、推論用画像ごとに記憶してもよい。

[0028] 推論過程での画像分類装置 3 は、学習済の各モデル（倍率推定器、寄与度推定器及び画像分類器）を用いて入力画像を分類する装置である。取得部 31 は、推論過程での入力画像（推論用画像）を、記憶装置 2 から取得する。取得部 31 は、倍率推定部 32 と画像抽出部 33 とサイズ統一部 34 とに、推論用画像を出力する。取得部 31 は、推論用画像を画像分類部 37 に出力してもよい。取得部 31 は、推論用画像の撮影倍率の情報（以下「推論用の撮影倍率情報」という。）を、倍率推定部 32 に出力してもよい。

[0029] 倍率推定部 32（倍率推定器）は、推論用画像（入力画像）の撮影倍率を推定する。倍率推定部 32 は、例えば、所定の倍率目視推定データに基づいて、推論用画像の撮影倍率を推定する。

[0030] 画像抽出部 33 は、推定された撮影倍率に応じたサイズ（切り取りサイズ

）で、部分画像を推論用画像（入力画像）から抽出する。推定された撮影倍率が例えば１０倍である場合、例えば「６４×６４」のサイズで、推論用画像におけるランダムな座標から、各部分画像を抽出する。推定された撮影倍率が例えば２０倍である場合、例えば「１２８×１２８」のサイズで、推論用画像におけるランダムな座標から、各部分画像（各切り取り画像）を抽出する。推定された撮影倍率が例えば４０倍である場合、例えば「２５６×２５６」のサイズで、推論用画像におけるランダムな座標から、各部分画像を抽出する。推定された撮影倍率が例えば１００倍である場合、例えば「６４０×６４０」のサイズで、推論用画像におけるランダムな座標から、各部分画像を抽出する。

[0031] サイズ統一部３４は、推論用画像から抽出された各部分画像のサイズを、例えば「６４×６４」のサイズに統一（リサイズ）する。これによって、各部分画像に撮影された構成要素の見かけ上の大きさが概ね一定に揃えられるので、画像特徴量の推論が容易になる。

[0032] 寄与度推定部３５（寄与度推定器）は、推論用画像（入力画像）に含まれた部分画像ごとに、推論用画像の分類への寄与度を推定する。ここで、寄与度推定部３５は、部分画像における複数の座標における寄与度の平均値を、その部分画像の寄与度（平均寄与度）と推定してもよい。

[0033] 画像選択部３６は、推定された寄与度に基づいて、画像分類部３７による分類にとって重要な部分画像に注目する。すなわち、画像選択部３６は、推定された寄与度が高い部分画像（重要な部分画像）を、推論用画像において優先的に選択する。画像選択部３６は、例えば、予め定められた寄与度閾値以上の寄与度を有する部分画像を、寄与度が高い部分画像と判定する。

[0034] 画像分類部３７（画像分類器）は、選択された部分画像を分類することによって、選択された部分画像を含む推論用画像を分類する。例えば、急性骨髄性白血病に罹患している場合の画像群に部分画像が分類された場合、その部分画像を含む推論用画像も、急性骨髄性白血病に罹患している場合の画像群に分類される。画像分類部３７は、推論用画像の分類結果を、記憶装置２

に記録する。

[0035] 次に、学習過程での画像分類装置 3 の動作例について説明する。

図 2 は、実施形態における、学習過程での画像分類装置 3 の動作例を示すフローチャートである。

[0036] <学習サンプルの準備過程>

取得部 31 は、学習用画像等を含む学習サンプルを、記憶装置 2 から取得する（ステップ S101）。

[0037] 取得部 31 は、学習用画像「 x_i 」、学習用ラベル（正解ラベル）「 y_i 」、学習用の撮影倍率情報「 s_i 」を組にした学習用サンプル「 (x_i, y_i, s_i) 」の集合を、学習サンプル（教師データ）集合とする。

[0038] 取得部 31 は、学習用の重要部分画像「 z_i 」を更に含む学習用サンプル「 (x_i, y_i, s_i, z_i) 」の集合を、学習サンプル集合としてもよい。学習用の重要部分画像は、学習用画像の分類への寄与度が高い部分画像（重要な部分画像）である。学習用の重要部分画像の各画素には、分類への寄与度が、画素値として予め対応付けられる。

[0039] 取得部 31 は、学習用数値データ「 d_i 」を更に含む学習用サンプル「 (x_i, y_i, s_i, d_i) 」の集合を、学習サンプル集合としてもよい。取得部 31 は、学習用の重要部分画像「 z_i 」及び学習用数値データ「 d_i 」を更に含む学習用サンプル「 $(x_i, y_i, s_i, d_i, z_i)$ 」の集合を、学習サンプル集合としてもよい。

[0040] 学習用の撮影倍率情報は、学習用画像の撮影倍率（撮影に用いられたレンズの倍率）を表す情報である。学習用数値データは、学習用画像のクラスラベルの推論に利用可能な数値データであり、例えば、末梢血液検査データである。画像分類部 37 の画像分類器が事前に学習するために、学習用画像と学習用ラベル（正解ラベル）との組を含む学習サンプルの集合を、学習サンプル集合に追加してもよい。

[0041] 以下、学習用サンプルの総数は、一例として、 N 個である。学習用ラベル（正解ラベル）の個数は、一例として、 K 個である。

[0042] 以下、「 $i \in \{1, \dots, N\}$ 」番目の学習用画像は、「 $x_i \in \mathbb{R}^{H \times W}$ 」と表記される。学習用ラベル（正解ラベル）は、「 $y_i \in \{1, 2, \dots, K\}$ 」と表記される。学習用の撮影倍率情報は、「 $s_i \in \mathbb{R} \cup \{1, \dots, M\}$ 」と表記される。学習用の重要部分画像は、「 $z_i \in \mathbb{R}^{H \times W}$ 」と表記される。学習用数値データは、「 $d_i \in \mathbb{R}^D$ 」と表記される。

[0043] <倍率の推定過程>

倍率推定部32は、学習用画像の撮影倍率を推定する（ステップS102）。

[0044] 入力：学習用画像、及び、倍率推定器の係数

出力：学習用の推定された撮影倍率の情報（以下「学習用の推定倍率情報」という。）

学習用の撮影倍率情報（正確な倍率情報）が得られる場合、倍率推定部32は、学習用の推定倍率情報を画像抽出部33に出力する代わりに、学習用の撮影倍率情報（正確な倍率情報）を、画像抽出部33に出力してもよい。

[0045] 倍率推定部32は、学習用画像を取得部31から取得する。倍率推定部32は、倍率推定器の係数を用いて予め学習された倍率推定器を用いて、入力された学習用画像の撮影倍率を推定する。撮影倍率の推定は、画像に基づいて撮影倍率を推定する回帰問題として定式化できる。また、撮影倍率の場合の数がM通りに予め絞られている場合には、撮影倍率の推定は、Mクラス分類問題としても定式化できる。いずれの場合でも、例えば、公知の画像入力ニューラルネットワーク（例えば、「ResNet」及び「Vision Transformer」等）を、倍率推定器として用いることができる。

[0046] 倍率推定部32は、撮影倍率の数値を、画像抽出部33に出力する。倍率推定部32は、撮影倍率に対応するクラスラベルを、画像抽出部33に出力してもよい。倍率推定部32は、撮影倍率に対応するクラスラベルの確信度を、画像抽出部33に出力してもよい。

[0047] <倍率推定の損失の算出過程>

倍率推定部32は、倍率推定器の係数が収束していない場合、学習用の倍

率推定損失を算出する（ステップS103）。

[0048] 入力：学習用の推定倍率情報、及び、学習用の撮影倍率情報

出力：学習用の倍率推定損失

学習用の推定倍率情報と学習用の撮影倍率情報との間の差分が小さいほど、倍率推定損失は小さい。

[0049] 以下では、数式又は関数（以下「数式等」という。）において文字の上に付されている記号は、文字の前に記載される。例えば、数式等において文字の上に付されている記号「 $\wedge$ 」は、以下では文字「s」の前に「 $\wedge s$ 」のように記載される。例えば、数式等において文字の上に付されている記号「 $-$ 」は、以下では文字「s」の前に「 $(-)s$ 」のように記載される。

[0050] 学習用の推定倍率情報の推論が望ましい推論であったか否か（倍率推定器の係数が望ましい値であるか否か）を評価するため、倍率推定部32は、学習用の推定倍率情報と学習用の撮影倍率情報とに基づいて、学習用の倍率推定損失を算出する。

[0051] 例えば、倍率推定部32は、学習用の撮影倍率情報「 s_i 」と学習用の推定倍率情報「 $\wedge s_i$ 」との間の差分（乖離）を、学習用の倍率推定損失として算出する。例えば、撮影倍率が実数値である場合、倍率推定部32は、学習用の倍率推定損失として、例えば平均自乗誤差を算出してもよい。例えば、クラスで、又は、各クラスに対応する確信度で、撮影倍率が表現される場合、倍率推定部32は、学習用の倍率推定損失として、例えば、「クロスエントロピー（cross entropy）」又は、「カルバック・ライブラー情報量（Kullback-Leibler divergence）」を算出してもよい。

[0052] <倍率推定器の係数の更新過程（実行後、倍率推定器の係数が収束していない場合、倍率の推定過程に処理が戻る。）>

倍率推定部32は、倍率推定器の係数が収束していない場合、倍率推定器の係数を更新する（ステップS104）。

[0053] 入力：学習用の倍率推定損失、及び、倍率推定器の現在の係数

出力：倍率推定器の更新された係数（モデルパラメータ）

倍率推定部 3 2 は、倍率推定損失に基づいて、倍率推定器の係数を更新する。

[0054] 倍率推定部 3 2（倍率推定器）は、ニューラルネットワークを備えてもよい。学習用の倍率推定損失が、このニューラルネットワークに逆伝播される。これによって、倍率推定部 3 2 は、倍率推定器の係数を更新する。

[0055] <部分画像の抽出過程>

画像抽出部 3 3 は、撮影倍率に応じたサイズの部分画像を、学習用画像から抽出する（ステップ S 1 0 5）。サイズ統一部 3 4 は、部分画像のサイズを統一（リサイズ）する（ステップ S 1 0 6）。

[0056] 入力：学習用画像、及び、学習用の推定倍率情報

出力：学習用画像から抽出された部分画像の集合（学習用の部分画像集合）

画像抽出部 3 3 は、1 枚以上の部分画像を、入力された学習用画像から抽出する。ここで、画像抽出部 3 3 は、入力された推定倍率情報に応じて決定されたサイズの部分画像を、学習用画像から抽出する。サイズ統一部 3 4 は、抽出された各部分画像のサイズが同一となるように、部分画像のサイズを統一（リサイズ）する。

[0057] 例えば、学習用の推定倍率の場合の数が 2 通り（1 0 倍又は 2 0 倍）であって、学習用の推定倍率情報が 1 0 倍である場合、画像抽出部 3 3 は、例えば「6 4 × 6 4」ピクセルの部分画像を、学習用画像から抽出する。学習用の推定倍率情報が 2 0 倍である場合、画像抽出部 3 3 は、例えば「1 2 8 × 1 2 8」ピクセルの部分画像を、学習用画像から抽出する。

[0058] 画像抽出部 3 3 は、学習用の B 枚の部分画像「 $\hat{x}_{i,j} \in R^{\hat{H} \times \hat{W}}$ 」を、学習用画像「 $x_i \in R^{H \times W}$ 」から抽出する。このようにして、画像抽出部 3 3 は、学習用の部分画像の集合「 $\{\hat{x}_{i,j}\}_{j=1}^B$ 」を作成する。

[0059] サイズ統一部 3 4 は、各部分画像の最終的なサイズが同じになるように、「1 2 8 × 1 2 8」ピクセルの部分画像を、「6 4 × 6 4」ピクセルの部分画像に縮小させる。これによって、学習用画像の撮影倍率が異なっていたと

しても、部分画像に撮影された同一の構造要素（対象物）のサイズを統一することができる。学習用画像において部分画像が抽出される位置（座標）は、固定の位置でもよいし、ランダムな位置でもよい。

[0060] <寄与度の推定過程>

寄与度推定部35は、学習用の部分画像の集合に含まれる各部分画像について、分類への寄与度（重要度）を推定する（ステップS107）。

[0061] 入力：学習用の部分画像の集合、及び、寄与度推定器の係数（モデルパラメータ）

出力：学習用の推定された寄与度（以下「学習用の推定寄与度」という。）

[0062] 寄与度推定部35は、学習用の部分画像の集合に含まれる各部分画像について、寄与度推定器の係数に基づいて、分類への寄与度を推定する。学習用の推定寄与度は、学習用の部分画像の集合の要素である部分画像それぞれが分類において寄与する度合いを表す。寄与度の推定は、画像に基づいて寄与度を推定する回帰問題として定式化できる。例えば、公知の画像入力ニューラルネットワーク（例えば、「ResNet」及び「Vision Transformer」等）を、寄与度推定器として用いることができる。

[0063] <寄与度推定の損失の算出過程>

寄与度推定部35は、寄与度推定器の係数が収束していない場合、寄与度推定損失を算出する（ステップS108）。

[0064] 入力：学習用の推定寄与度、及び、学習用の重要部分画像

出力：学習用の寄与度推定損失

寄与度推定部35は、学習用の重要部分画像の各画素に対応付けられた寄与度（重要部分画像の画素値）と、学習用の推定寄与度とに基づいて、学習用の寄与度推定損失を算出する。学習用の重要部分画像の各画素に対応付けられた寄与度と、学習用の推定寄与度との間の差分が小さいほど、学習用の寄与度推定損失は小さい。

[0065] 学習用の推定寄与度の推論が望ましい推論であったか否か（寄与度推定器

の係数が望ましい値であるか否か)を評価するため、寄与度推定部35は、学習用の推定寄与度と学習用の重要部分画像とに基づいて、学習用の寄与度推定損失を算出する。例えば、寄与度推定部35は、学習用の重要部分画像「 z_i 」に基づいて推定された寄与度「 $(-)\ z_i$ 」と学習用の推定寄与度「 $\hat{z}_i$ 」との間の差分(乖離)を、学習用の寄与度推定損失として算出する。

[0066] 寄与度推定部35は、例えば、学習用の推定寄与度の算出に用いられた学習用部分画像が抽出された位置(座標)を、学習用画像において検出する。寄与度推定部35は、学習用の重要部分画像におけるその位置から、部分画像を抽出する。寄与度推定部35は、抽出された部分画像内の画素ごとの寄与度(重要部分画像の画素値)の平均値を、学習用の推定寄与度としてもよい。また、寄与度推定部35は、学習用の寄与度推定損失として、例えば平均自乗誤差を算出してもよい。

[0067] <寄与度推定器の係数の更新過程(実行後、寄与度推定器の係数が収束していない場合、寄与度の推定過程に処理が戻る。) >

寄与度推定部35は、寄与度推定器の係数が収束していない場合、寄与度推定器の係数を更新する(ステップS109)。

[0068] 入力: 学習用の寄与度推定損失、及び、寄与度推定器の現在の係数

出力: 寄与度推定器の更新された係数(モデルパラメータ)

寄与度推定部35は、学習用の寄与度推定損失に基づいて、寄与度推定器の係数を更新する。

[0069] 寄与度推定部35(寄与度推定器)は、ニューラルネットワークを備えてもよい。学習用の寄与度推定損失が、このニューラルネットワークに逆伝播される。これによって、寄与度推定部35は、寄与度推定器の係数を更新する。

[0070] <部分画像の選択過程(実行後、複数の部分画像の抽出されるように、部分画像の抽出過程に処理が戻ることもある。) >

画像選択部36は、寄与度に基づいて部分画像を選択する(ステップS110)。

[0071] 入力：学習用の部分画像の集合、及び、学習用の推定寄与度

出力：更新された部分画像の集合

部分画像は、分類への寄与度が高いほど、選択されやすい。

[0072] 画像選択部 36 は、学習用の推定寄与度に基づいて、学習用の部分画像集合に含まれる部分画像ごとの寄与度を算出する。画像選択部 36 は、寄与度が小さい部分画像を学習用の部分画像集合から取り除くことによって、学習用の部分画像集合を更新する。画像選択部 36 は、例えば、所定の閾値を下回る寄与度の部分画像を、学習用の部分画像集合から取り除く。画像選択部 36 は、例えば、生成された乱数（ランダムな寄与度閾値）を下回る寄与度の部分画像を、学習用の部分画像集合から取り除いてもよい。

[0073] <画像の分類過程>

画像分類部 37 は、選択された部分画像进行分类する。これによって、画像分類部 37 は、選択された部分画像を含む学習用画像进行分类する（ステップ S111）。

[0074] 入力：学習用の部分画像集合、及び、画像分類器の係数（モデルパラメータ）

更に、学習用画像が、画像分類部 37 に追加入力されてもよい。また、学習用数値データが、画像分類部 37 に追加入力されてもよい。

出力：学習用画像の分類結果

画像分類部 37 は、学習用画像の分類結果として、推定クラスラベルを記憶装置 2 に出力してもよい。画像分類部 37 は、学習用画像の分類結果として、各クラスラベルに対する確信度を、記憶装置 2 に出力してもよい。

[0075] 画像分類部 37 は、画像分類器の係数を用いて予め学習された画像分類器を用いて、学習用の部分画像集合进行分类する。これによって、画像分類部 37 は、学習用の部分画像集合が抽出された学習用画像进行分类する。すなわち、画像分類部 37 は、学習用の部分画像集合が抽出された学習用画像のクラスラベルを推定する。

[0076] 画像分類部 37 は、取得部 31 から追加入力された学習用画像に基づいて

、学習用の部分画像集合が抽出された学習用画像を分類してもよい。画像分類部 37 は、取得部 31 から追加入力された学習用数値データに基づいて、学習用の部分画像集合が抽出された学習用画像を分類してもよい。

[0077] 画像分類器として、例えば、公知の画像入力ニューラルネットワーク（例えば、「ResNet」及び「Vision Transformer」等）を用いることができる。

[0078] 画像分類部 37 は、学習用の部分画像集合（複数枚の部分画像）を、画像選択部 36 から取得する。更に、画像分類部 37 は、部分画像が抽出される過程よりも前の過程における学習用画像を、取得部 31 から取得してもよい。

[0079] 画像分類部 37 は、学習用の部分画像集合に含まれる各部分画像に対して、画像入力ニューラルネットワークを部分的に用いる。これによって、画像分類部 37 は、部分画像の特徴量を、その部分画像から抽出する。画像分類部 37 は、特徴量の抽出によって得られた全ての特徴マップを、1枚の特徴マップに変換する。画像分類部 37 は、画像分類器における 1 以上の全結合層に特徴マップを入力することによって、学習用の部分画像を分類する。

[0080] ここで、追加入力された学習用画像が分類に利用される場合、画像分類部 37 は、部分画像のサイズと同じサイズとなるように、追加入力された学習用画像のサイズを調整する。画像分類部 37 は、サイズが調整された学習用画像を、画像分類器に入力する。

[0081] また、数値データが分類に利用される場合、画像分類部 37 は、例えば、1 以上の全結合層を用いて変換された数値データを、部分画像から得られた特徴マップに連結する。画像分類部 37 は、画像分類器における 1 以上の全結合層を用いて、学習用の部分画像を分類する。

[0082] <分類損失の算出過程>

画像分類部 37 は、分類推定損失（学習用分類損失）を算出する（ステップ S112）。

[0083] 入力：学習用画像の分類結果、及び、学習用ラベル（正解ラベル）

出力：学習用分類損失

学習用画像の分類結果（推定ラベル）と、学習用ラベル（正解ラベル）とが一致している場合、学習用分類損失の値は小さい。すなわち、学習用画像の分類結果（推定ラベル）と、学習用ラベル（正解ラベル）とが異なる場合、学習用分類損失の値は大きい。

[0084] 学習用画像の分類結果の推論が望ましい推論であったか否か（画像分類器の係数が望ましい値であるか否か）を評価するため、画像分類部 37 は、学習用画像の分類結果と学習用ラベルとに基づいて、学習用分類損失を算出する。例えば、画像分類部 37 は、学習用ラベル「 y_i 」と学習用画像の分類結果「 $\hat{y}_i$ 」との間の差分（乖離）を、学習用分類損失として算出する。画像分類部 37 は、画像分類部 37 して、例えば、「クロスエントロピー」又は「カルバック・ライブラー情報量」を算出してもよい。

[0085] <分類器の係数の更新過程（実行後、分類器の係数が収束していない場合、画像の分類過程に処理が戻る。）>

画像分類部 37 は、分類器の係数を更新する（ステップ S 113）。

[0086] 入力：学習用分類損失、及び、画像分類器の現在の係数

出力：画像分類器の更新された係数（モデルパラメータ）

画像分類部 37 は、学習用分類損失に基づいて、画像分類器の係数を更新する。

[0087] 画像分類部 37（画像分類器）は、ニューラルネットワークを備えてもよい。学習用分類損失が、このニューラルネットワークに逆伝播される。これによって、画像分類部 37 は、画像分類器の係数を更新する。

[0088] 次に、推論過程での画像分類装置 3 の動作例について説明する。

図 3 は、実施形態における、推論過程での画像分類装置 3 の動作例を示すフローチャートである。推論過程は、学習過程の完了後に実行される。

[0089] <倍率の推定過程>

倍率推定部 32 は、推論用画像の撮影倍率を推定する（ステップ S 201）。

[0090] 入力：推論用画像、及び、倍率推定器の係数

出力：推論用の推定された撮影倍率の情報（以下「推論用の推定倍率情報」という。）

推論用の撮影倍率情報（正確な倍率情報）が得られる場合、倍率推定部32は、推論用の推定倍率情報を画像抽出部33に出力する代わりに、得られた推論用の撮影倍率情報を画像抽出部33に出力してもよい。

[0091] 倍率推定部32は、推論用画像を取得部31から取得する。倍率推定部32は、倍率推定器の係数を用いて予め学習された倍率推定器を用いて、入力された推論用画像の撮影倍率を推定する。撮影倍率の推定は、画像に基づいて撮影倍率を推定する回帰問題として定式化できる。また、撮影倍率の場合の数がM通りに予め絞られている場合には、撮影倍率の推定は、Mクラス分類問題としても定式化できる。いずれの場合でも、例えば、公知の画像入力ニューラルネットワーク（例えば、「ResNet」及び「Vision Transformer」等）を、倍率推定器として用いることができる。

[0092] 倍率推定部32は、撮影倍率の数値を、画像抽出部33に出力する。倍率推定部32は、撮影倍率に対応するクラスラベルを、画像抽出部33に出力してもよい。倍率推定部32は、撮影倍率に対応するクラスラベルの確信度を、画像抽出部33に出力してもよい。

[0093] <部分画像の抽出過程>

画像抽出部33は、撮影倍率に応じたサイズの部分画像を、推論用画像から抽出する（ステップS202）。サイズ統一部34は、部分画像のサイズを統一（リサイズ）する（ステップS203）。

[0094] 入力：推論用画像、及び、推論用の推定倍率情報

出力：推論用画像から抽出された部分画像の集合（推論用の部分画像集合）

画像抽出部33は、1枚以上の部分画像を、入力された推論用画像から抽出する。ここで、画像抽出部33は、入力された推定倍率情報に応じて決定されたサイズの部分画像を、推論用画像から抽出する。サイズ統一部34は

、抽出された各部分画像のサイズが同一となるように、部分画像のサイズを統一（リサイズ）する。

[0095] 例えば、推論用の推定倍率の場合の数が2通り（10倍又は20倍）であって、推論用の推定倍率情報が10倍である場合、画像抽出部33は、例えば「64×64」ピクセルの部分画像を、推論用画像から抽出する。推論用の推定倍率情報が20倍である場合、画像抽出部33は、例えば「128×128」ピクセルの部分画像を、推論用画像から抽出する。

[0096] 画像抽出部33は、推論用のB枚の部分画像「 $\hat{x}_{i,j} \in \mathbb{R}^{\hat{H} \times \hat{W}}$ 」を、推論用画像「 $x_i \in \mathbb{R}^{H \times W}$ 」から抽出する。このようにして、画像抽出部33は、推論用の部分画像の集合「 $\{\hat{x}_{i,j}\}_{j=1}^B$ 」を作成する。

[0097] サイズ統一部34は、各部分画像の最終的なサイズが同じになるように、「128×128」ピクセルの部分画像を、「64×64」ピクセルの部分画像に縮小させる。これによって、推論用画像の撮影倍率が異なっていたとしても、部分画像に撮影された同一の構造要素（対象物）のサイズを統一することができる。推論用画像において部分画像が抽出される位置（座標）は、固定の位置でもよいし、ランダムな位置でもよい。

[0098] <寄与度の推定過程>

寄与度推定部35は、推論用の部分画像の集合に含まれる各部分画像について、分類への寄与度（重要度）を推定する（ステップS204）。

[0099] 入力：推論用の部分画像の集合、及び、寄与度推定器の係数（モデルパラメータ）

出力：推論用の推定された寄与度（以下「推論用の推定寄与度」という。）

[0100] 寄与度推定部35は、推論用の部分画像の集合に含まれる各部分画像について、寄与度推定器の係数に基づいて、分類への寄与度を推定する。推論用の推定寄与度は、推論用の部分画像の集合の要素である部分画像それぞれが分類において寄与する度合いを表す。寄与度の推定は、画像に基づいて寄与度を推定する回帰問題として定式化できる。例えば、公知の画像入力ニュー

ラルネットワーク（例えば、「ResNet」及び「Vision Transformer」等）を、寄与度推定器として用いることができる。

[0101] <部分画像の選択過程（実行後、複数の部分画像が抽出（選択）されるように、部分画像の抽出過程に処理が戻ることがある。）>

画像選択部36は、寄与度に基づいて部分画像を選択する（ステップS205）。

[0102] 入力：推論用の部分画像の集合、及び、推論用の推定寄与度

出力：更新された部分画像の集合

部分画像は、分類への寄与度が高いほど、選択されやすい。

[0103] 画像選択部36は、推論用の推定寄与度に基づいて、推論用の部分画像集合に含まれる部分画像ごとの寄与度を算出する。画像選択部36は、寄与度が小さい部分画像を推論用の部分画像集合から取り除くことによって、推論用の部分画像集合を更新する。画像選択部36は、例えば、所定の閾値を下回る寄与度の部分画像を、推論用の部分画像集合から取り除く。画像選択部36は、例えば、生成された乱数（ランダムな寄与度閾値）を下回る寄与度の部分画像を、推論用の部分画像集合から取り除いてもよい。

[0104] <画像の分類過程>

画像分類部37は、選択された部分画像进行分类する。これによって、画像分類部37は、選択された部分画像を含む推論用画像进行分类する（ステップS206）。

[0105] 入力：推論用の部分画像集合、及び、画像分類器の係数（モデルパラメータ）

更に、推論用画像及び推論用数値データが、画像分類部37に追加入力されてもよい。

出力：推論用画像の分類結果

画像分類部37は、推論用画像の分類結果として、推定クラスラベルを記憶装置2に出力してもよい。画像分類部37は、推論用画像の分類結果として、各クラスラベルに対する確信度を、記憶装置2に出力してもよい。

- [0106] 画像分類部 37 は、画像分類器の係数を用いて予め学習された画像分類器を用いて、推論用の部分画像集合を分類する。これによって、画像分類部 37 は、推論用の部分画像集合が抽出された推論用画像を分類する。すなわち、画像分類部 37 は、推論用の部分画像集合が抽出された推論用画像のクラスラベルを推定する。
- [0107] 画像分類部 37 は、取得部 31 から追加入力された推論用画像に基づいて、推論用の部分画像集合が抽出された推論用画像を分類してもよい。画像分類部 37 は、取得部 31 から追加入力された推論用数値データに基づいて、推論用の部分画像集合が抽出された推論用画像を分類してもよい。
- [0108] 画像分類器として、例えば、公知の画像入力ニューラルネットワーク（例えば、「ResNet」及び「Vision Transformer」等）を用いることができる。
- [0109] 画像分類部 37 は、推論用の部分画像集合（複数枚の部分画像）を、画像選択部 36 から取得する。更に、画像分類部 37 は、部分画像が抽出される過程よりも前の過程における推論用画像を、取得部 31 から取得してもよい。
- [0110] 画像分類部 37 は、推論用の部分画像集合に含まれる各部分画像に対して、画像入力ニューラルネットワークを部分的に用いる。これによって、画像分類部 37 は、部分画像の特徴量を、その部分画像から抽出する。画像分類部 37 は、特徴量の抽出によって得られた全ての特徴マップを、1 枚の特徴マップに変換する。画像分類部 37 は、画像分類器における 1 以上の全結合層に特徴マップを入力することによって、推論用の部分画像を分類する。
- [0111] ここで、追加入力された推論用画像が分類に利用される場合、画像分類部 37 は、部分画像のサイズと同じサイズとなるように、追加入力された推論用画像のサイズを調整する。画像分類部 37 は、サイズが調整された推論用画像を、画像分類器に入力する。
- [0112] また、数値データが分類に利用される場合、画像分類部 37 は、例えば、1 以上の全結合層を用いて変換された数値データを、部分画像から得られた

特徴マップに連結する。画像分類部 37 は、画像分類器における 1 以上の全結合層を用いて、推論用の部分画像を分類する。

[0113] 以上のように、寄与度推定部 35 は、入力画像に含まれた部分画像ごとに、入力画像の分類への寄与度を推定する。学習過程において、入力画像は学習用画像である。学習過程の後の推論過程において、入力画像は推論用画像である。画像選択部 36 は、寄与度が高い部分画像を優先的に選択する。例えば、画像選択部 36 は、0 から 1 までの間の実数値のうちのランダムな寄与度閾値以上の寄与度を有する部分画像を、寄与度が高い部分画像と判定する。画像分類部 37 は、選択された部分画像を分類することによって、選択された部分画像を含む入力画像を分類する。

[0114] これによって、機械学習の学習サンプルの構築に必要とされるコストが削減されても、入力画像を分類することが可能である。

[0115] 倍率推定部 32 は、入力画像の撮影倍率を推定する。画像抽出部 33 は、撮影倍率に応じたサイズで、部分画像を入力画像から抽出する。サイズ統一部 34 は、部分画像のサイズを統一する。寄与度推定部 35 は、サイズが統一された部分画像ごとに、寄与度を推定する。

[0116] これによって、各部分画像に撮影された構成要素の見かけ上の大きさが概ね一定に揃えられるので、画像特徴量の学習が容易になる。

[0117] (実験結果の例)

骨髓生検の推論用画像と、末梢血液検査データとを含む 472 個の推論サンプルが、画像分類方法の実験のために収集された。骨髓生検の推論用画像は、骨髓液から吸引された骨髓穿刺の画像と、骨組織を含む造血組織の画像とを含む。骨髓生検によって採取された骨髓組織の採取元の人物が急性骨髄性白血病(AML)又は骨髄異形成症候群(MDS: myelodysplastic syndrome)に罹患しているか否かを表す正解ラベルが、各推論サンプルに予め付与(ラベリング)された。

[0118] この正解ラベルを推論するというタスクの性能が、公知の技術による画像分類方法と、実施形態における画像分類方法とで比較された。以下では、公

知の技術による画像分類方法は、急性骨髄性白血病の骨髄生検の画像の分類方法である。

[0119] 性能が比較されたタスクは、急性骨髄性白血病の骨髄生検の画像であるか否かを分類するという、又は、骨髄異形成症候群の骨髄生検の画像であるか否かを分類するという、二値分類タスクである。このため、本タスクの性能は、AUC (Area Under the ROC Curve) を用いて評価された。AUCは、受信者動作特性曲線 (ROC curve : Receiver Operating Characteristic curve) の右下領域の面積に相当する。

[0120] 図4は、公知の技術による画像分類方法の受信者動作特性曲線 (ROC曲線) の例を示す図である。図4では、推論サンプルにおける推論用画像 (入力画像) のみを用いて、推論過程が実行された。図4における左側には、公知の技術による画像分類方法の受信者動作特性曲線「Macro avg」が、太い実線で表されている。具体的には、図4における左側に例示された受信者動作特性曲線は、急性骨髄性白血病の骨髄生検の画像であるか否かを推論するというタスクの性能を示す。

[0121] 図4における右側には、実施形態における画像分類方法の受信者動作特性曲線が表されている。図4における右側に例示された受信者動作特性曲線「AUC__AML」は、急性骨髄性白血病の骨髄生検の画像であるか否かを推論するというタスクの性能を示す。また、図4における右側に例示された受信者動作特性曲線「AUC__MDS」は、骨髄異形成症候群の骨髄生検の画像であるか否かを推論するというタスクの性能を示す。

[0122] 実施形態における画像分類方法の受信者動作特性曲線は、公知の技術による画像分類方法の受信者動作特性曲線と比較して、より右上に位置している。したがって、実施形態における画像分類方法は、急性骨髄性白血病の骨髄生検の画像であるか否かをより正確に推論することができる。具体的には、公知の技術による画像分類方法のAUCは、0.70である。これに対して、実施形態における画像分類方法のAUCは、0.82と高い。

[0123] また、骨髄異形成症候群の骨髄生検の画像であるか否かの推論についても

、急性骨髄性白血病の骨髄生検の画像であるか否かの推論と同等に、実施形態における画像分類方法は正確である。具体的には、実施形態における画像分類方法のAUCは、0.80と高い。

[0124] 図5は、実施形態における画像分類方法の受信者動作特性曲線（ROC曲線）の例を示す図である。図5では、推論サンプルにおける推論用画像（入力画像）及び末梢血液検査データ（数値データ）を用いて、推論過程が実行された。図5に例示された受信者動作特性曲線「AUC__AML」は、急性骨髄性白血病の骨髄生検の画像であるか否かを推論するというタスクの性能を示す。また、図5に例示された受信者動作特性曲線「AUC__MDS」は、骨髄異形成症候群の骨髄生検の画像であるか否かを推論するというタスクの性能を示す。

[0125] 推論用画像だけでなく数値データを用いて推論過程が実行されたことによって、実施形態における画像分類方法は、推論用画像のみを用いて推論過程が実行された場合と比較して、より高い性能を発揮できる。具体的には、急性骨髄性白血病の骨髄生検の画像であるか否かを推論するというタスクの性能について、実施形態における画像分類方法のAUCは、0.93と高い。また、骨髄異形成症候群の骨髄生検の画像であるか否かを推論するというタスクの性能について、実施形態における画像分類方法のAUCは、0.91と高い。

[0126] 図5に例示された水平破線は、実際に陽性であるサンプルのうちの95%を陽性と推論できたことを表す。すなわち、図5に例示された水平破線は、真陽性率（TPR）が0.95であることを表す。真陽性率が0.95である場合、偽陽性率は約0.4である。これは、95%の陽性サンプルを正しく判定できる状況において、陰性サンプルを陽性サンプルであると誤って判定する割合が僅か約40%であることを表す。

[0127] （ハードウェア構成）

図6は、実施形態における、画像分類装置3のハードウェア構成例を示す図である。画像分類装置3は、CPU（Central Processing Unit）等のプロ

セッサ 101 が、不揮発性の記録媒体（非一時的な記録媒体）を有する記憶装置 103 とメモリ 102 とに記憶されたプログラムを実行することにより、ソフトウェアとして実現される。プログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されてもよい。コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、例えばフレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM（Read Only Memory）、CD-ROM（Compact Disc Read Only Memory）等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク又はソリッド・ステート・ドライブ（SSD：Solid State Drive）等の記憶装置などの非一時的な記録媒体である。通信部 104 は、所定の通信処理を実行する。

[0128] 画像分類装置 3 は、例えば、LSI（Large Scale Integrated circuit）、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）、PLD（Programmable Logic Device）又はFPGA（Field Programmable Gate Array）等を用いた電子回路（electronic circuit又はcircuitry）を含むハードウェア（アクセラレータ）を用いて実現されてもよい。

[0129] 以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

産業上の利用可能性

[0130] 本発明は、画像を分類（識別）するシステムに適用可能である。

符号の説明

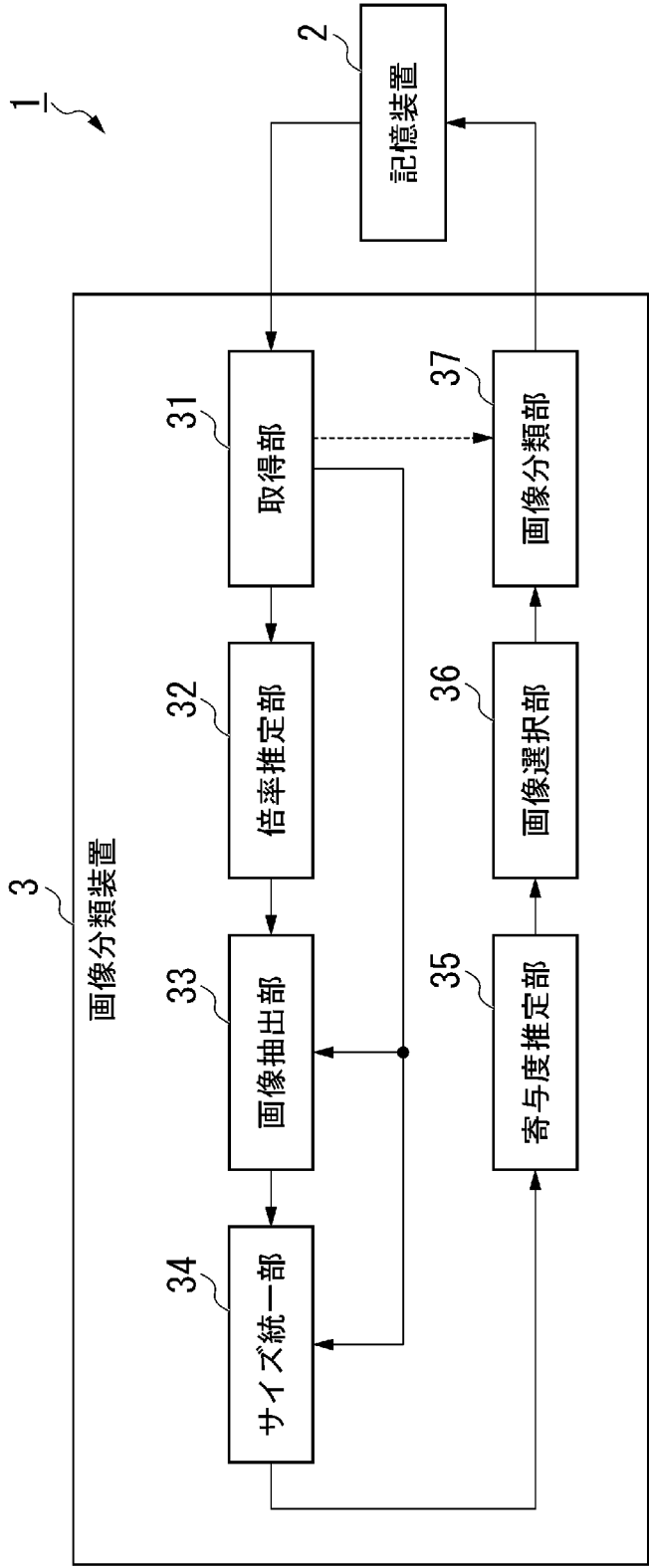
[0131] 1…画像分類システム、2…記憶装置、3…画像分類装置、31…取得部、32…倍率推定部、33…画像抽出部、34…サイズ統一部、35…寄与度推定部、36…画像選択部、37…画像分類部、101…プロセッサ、102…メモリ、103…記憶装置、104…通信部

請求の範囲

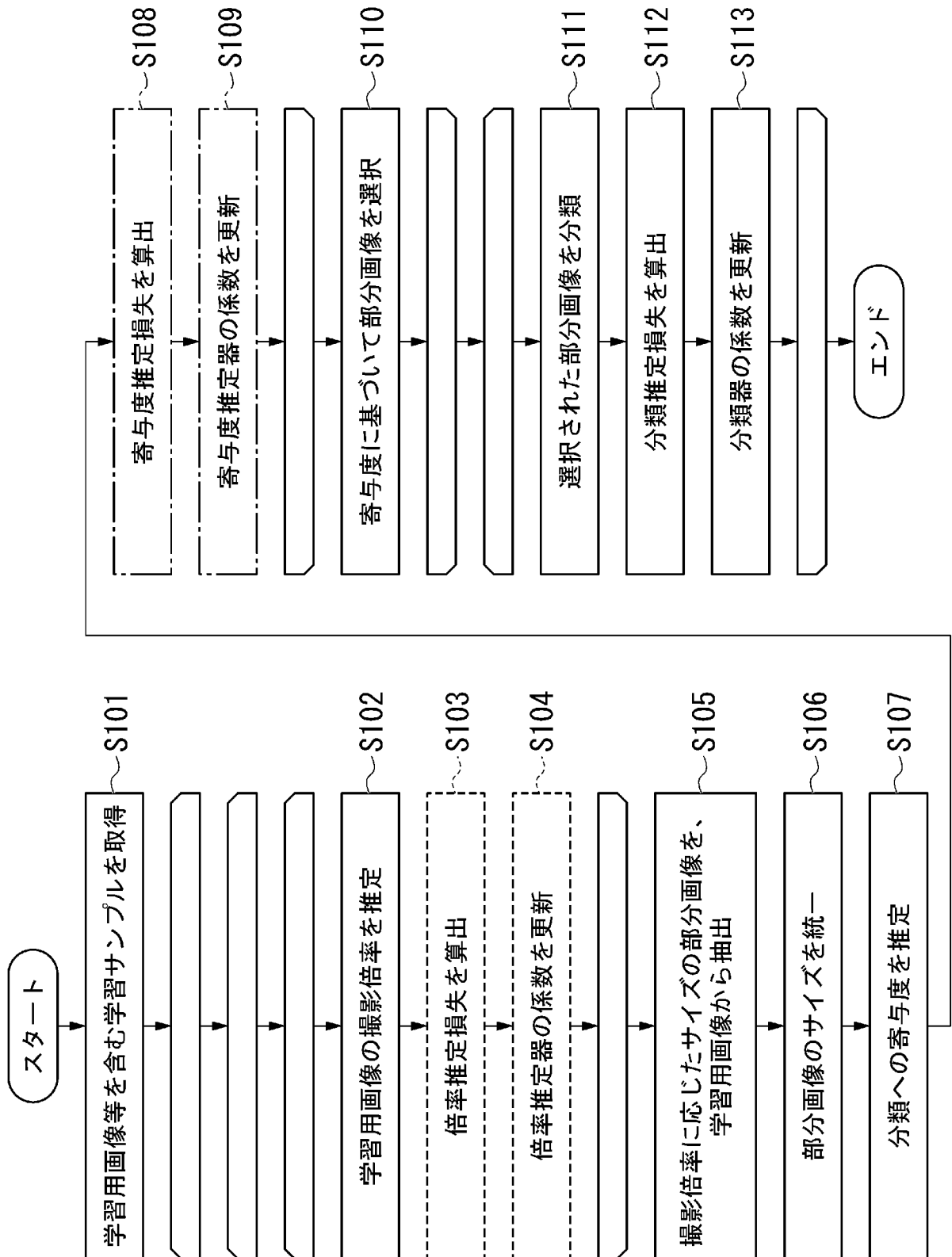
- [請求項1] 入力画像に含まれた部分画像ごとに、前記入力画像の分類への寄与度を推定する寄与度推定部と、
- 前記寄与度が高い前記部分画像を優先的に選択する画像選択部と、
- 選択された前記部分画像を分類することによって、選択された前記部分画像を含む前記入力画像を分類する画像分類部と
- を備える画像分類装置。
- [請求項2] 前記入力画像の撮影倍率を推定する倍率推定部と、
- 前記撮影倍率に応じたサイズで、前記部分画像を前記入力画像から抽出する画像抽出部と、
- 前記部分画像のサイズを統一するサイズ統一部と
- を更に備え、
- 前記寄与度推定部は、前記サイズが統一された前記部分画像ごとに、前記寄与度を推定する、請求項1に記載の画像分類装置。
- [請求項3] 前記画像選択部は、ランダムな寄与度閾値以上の前記寄与度を有する部分画像を、前記寄与度が高い部分画像と判定する、請求項1に記載の画像分類装置。
- [請求項4] 画像分類装置が実行する画像分類方法であって、
- 入力画像に含まれた部分画像ごとに、前記入力画像の分類への寄与度を推定するステップと、
- 前記寄与度が高い前記部分画像を優先的に選択するステップと、
- 選択された前記部分画像を分類することによって、選択された前記部分画像を含む前記入力画像を分類するステップと
- を含む画像分類方法。
- [請求項5] コンピュータに、
- 入力画像に含まれた部分画像ごとに、前記入力画像の分類への寄与度を推定する手順と、
- 前記寄与度が高い前記部分画像を優先的に選択する手順と、

選択された前記部分画像を分類することによって、選択された前記部分画像を含む前記入力画像を分類する手順と
を実行させるためのプログラム。

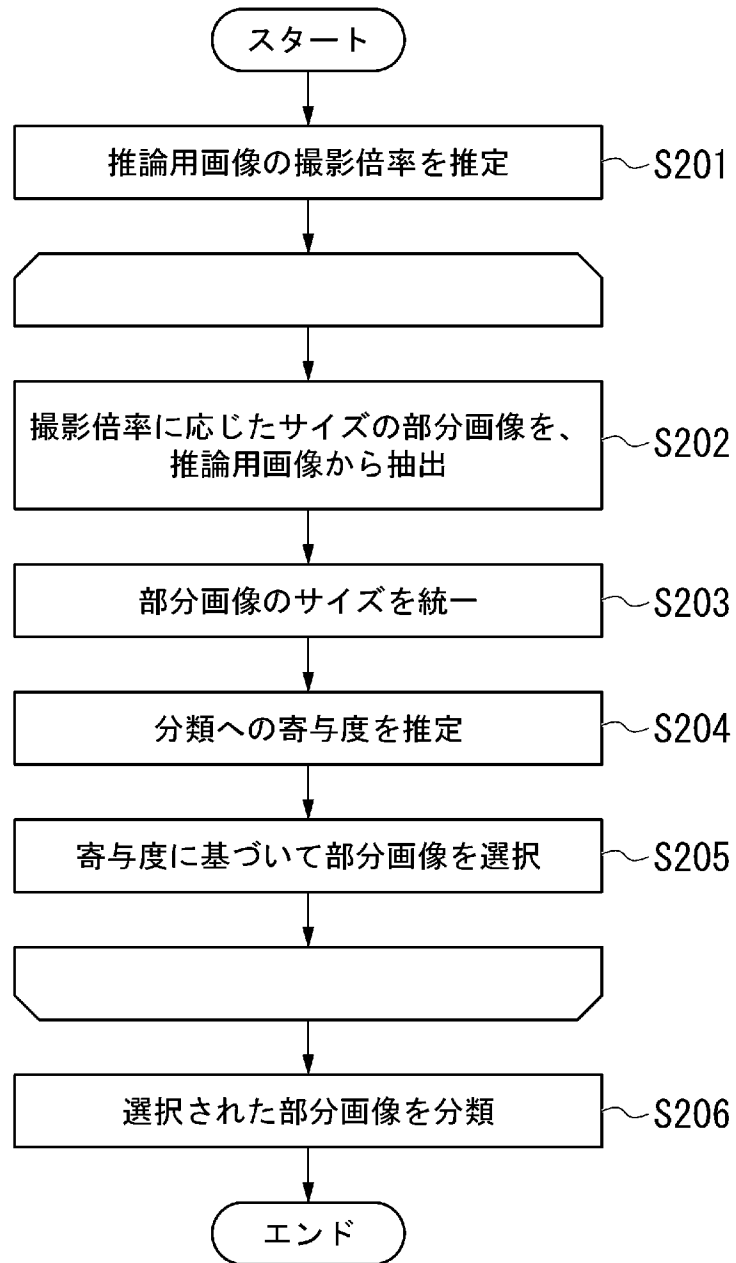
[図1]



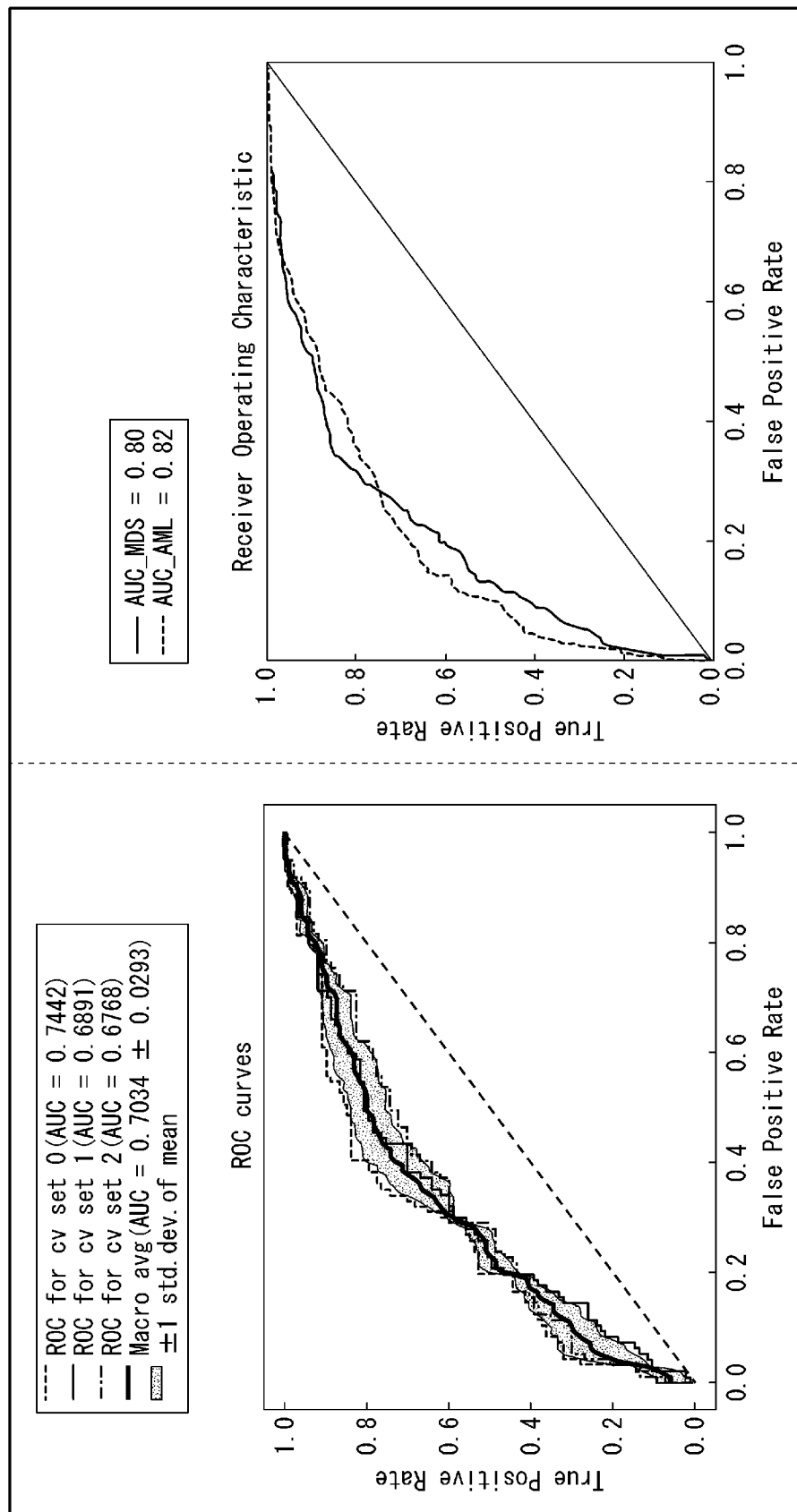
[図2]



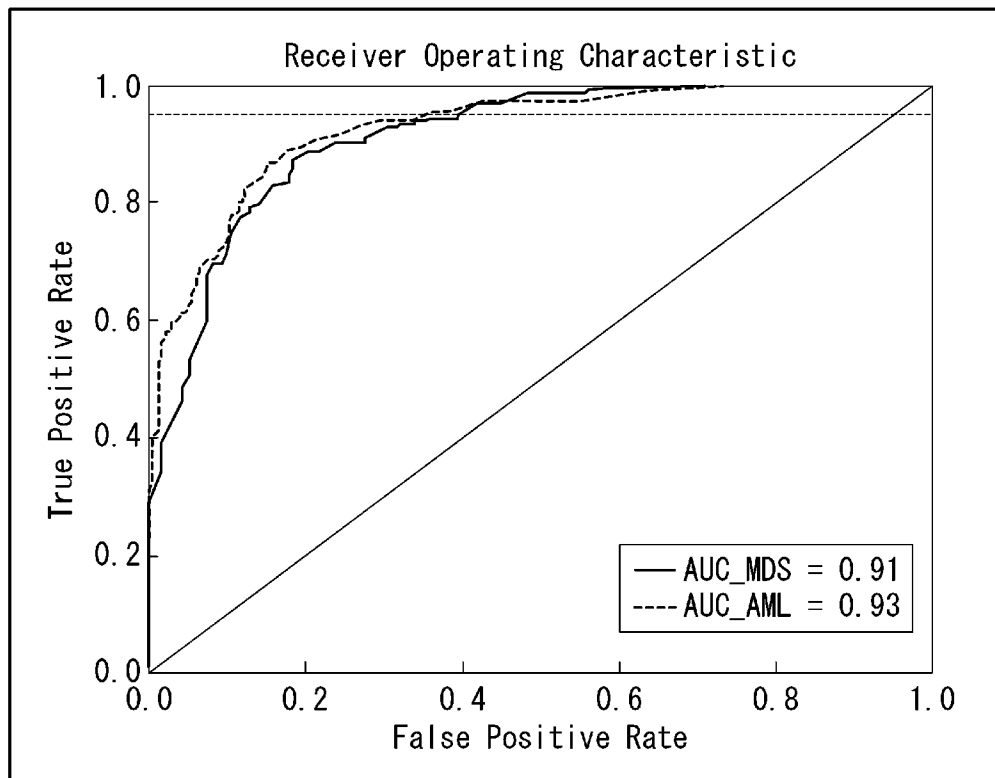
[図3]



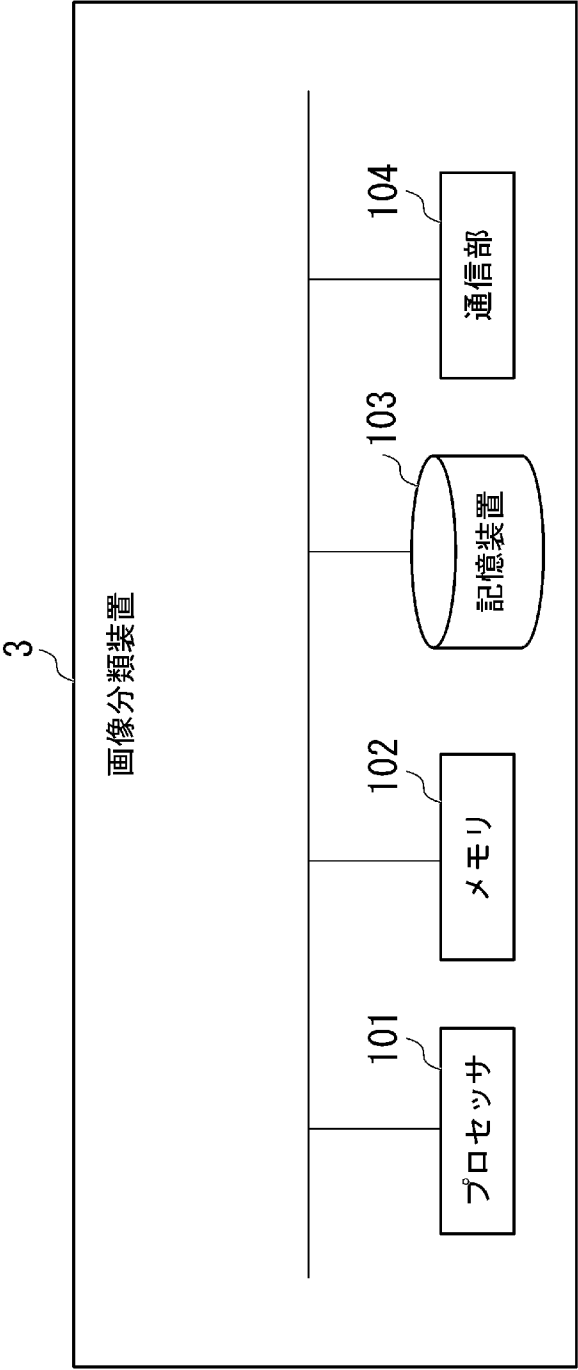
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/021727

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G06V 10/774**(2022.01)i

FI: G06V10/774

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)

G06V10/774

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	JP 2004-361987 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 24 December 2004 (2004-12-24) paragraphs [0024]-[0025], [0039]-[0044], [0052]-[0054], fig. 1, 3-5	1, 3-5
Y	paragraphs [0024]-[0025], [0039]-[0044], [0052]-[0054], fig. 1, 3-5	2
X	JP 2021-60692 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 15 April 2021 (2021-04-15) paragraphs [0038]-[0042], fig. 6	1, 3-5
Y	paragraphs [0038]-[0042], fig. 6	2
Y	JP 2005-348328 A (NEW INDUSTRY RESEARCH ORGANIZATION) 15 December 2005 (2005-12-15) paragraph [0027]-[0038], fig. 3	2
Y	JP 2006-324867 A (KONICA MINOLTA PHOTO IMAGING INC.) 30 November 2006 (2006-11-30) paragraphs [0073]-[0086], fig. 6-8, paragraph [0102], fig. 15	2



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

22 August 2023

Date of mailing of the international search report

29 August 2023

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.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/021727

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2004-361987	A	24 December 2004	US 2005/0008263 A1 paragraphs [0033]-[0034], [0065]-[0070], [0078]-[0080], fig. 1, 3-5 EP 1482428 A2 CN 1573742 A	
JP	2021-60692	A	15 April 2021	(Family: none)	
JP	2005-348328	A	15 December 2005	(Family: none)	
JP	2006-324867	A	30 November 2006	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06V 10/774(2022.01)i FI: G06V10/774		
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）） G06V10/774		
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 - 2023年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2023年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2023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	JP 2004-361987 A（セイコーエプソン株式会社）24.12.2004（2004 - 12 - 24） 段落[0024]-段落[0025], 段落[0039]-段落[0044], 段落[0052]-段落[0054], 図1, 3-5	1, 3-5
Y	段落[0024]-段落[0025], 段落[0039]-段落[0044], 段落[0052]-段落[0054], 図1, 3-5	2
X	JP 2021-60692 A（株式会社東芝）15.04.2021（2021 - 04 - 15） 段落[0038]-段落[0042], 図6	1, 3-5
Y	段落[0038]-段落[0042], 図6	2
Y	JP 2005-348328 A（財団法人新産業創造研究機構）15.12.2005（2005 - 12 - 15） 段落[0027]-段落[0038], 図3	2
Y	JP 2006-324867 A（コニカミノルタフォトイメージング株式会社）30.11.2006（2006 - 11 - 30） 段落[0073]-段落[0086], 図6-8, 段落[0102], 図15	2
☐ 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、一般的な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 22.08.2023		国際調査報告の発送日 29.08.2023
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） 宮島 潤 5H 8420 電話番号 03-3581-1101 内線 3531

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/JP2023/021727

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2004-361987	A	24.12.2004	US 2005/0008263 A1 段落[0033]-段落[0034], 段落[0065]-段落[0070], 段落[0078]-段落[0080], 第1, 3-5 図 EP 1482428 A2 CN 1573742 A	
JP	2021-60692	A	15.04.2021	(ファミリーなし)	
JP	2005-348328	A	15.12.2005	(ファミリーなし)	
JP	2006-324867	A	30.11.2006	(ファミリーなし)	