

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-101927
(P2020-101927A)

(43) 公開日 令和2年7月2日(2020.7.2)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
G06T 7/00 (2017.01) G06T 7/00 350C 5L096
 G06T 7/00 614

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2018-238800 (P2018-238800)	(71) 出願人	000001443 カシオ計算機株式会社 東京都渋谷区本町1丁目6番2号
(22) 出願日	平成30年12月20日 (2018.12.20)	(74) 代理人	100095407 弁理士 木村 満
		(72) 発明者	松永 和久 東京都羽村市栄町3-2-1 カシオ計算機株式会社 羽村技術センター内
		Fターム(参考)	5L096 BA06 BA13 DA02 EA35 HA11 JA16 KA04 KA15

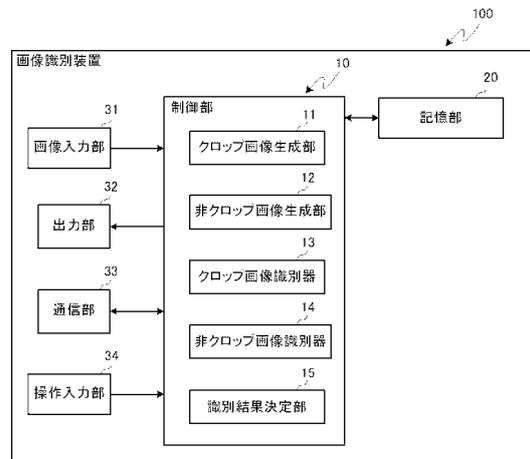
(54) 【発明の名称】 画像識別装置、識別器学習方法、画像識別方法及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】 画像識別の精度の向上を図る。

【解決手段】 画像識別装置100は、入力画像から識別対象領域を含む画像を切り取る処理であるクロップ処理を行ったクロップ画像を生成するクロップ画像生成部11と、入力画像からクロップ処理を行っていない非クロップ画像を生成する非クロップ画像生成部12と、クロップ画像を識別するクロップ画像識別器13と、非クロップ画像を識別する非クロップ画像識別器14と、クロップ画像識別器13による識別結果と非クロップ画像識別器14による識別結果との両者を用いて最終的な識別結果を取得する識別結果決定部15と、を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

入力画像から識別対象領域を含む画像を切り取る処理であるクロップ処理を行ったクロップ画像を生成するクロップ画像生成部と、

前記入力画像から前記クロップ処理を行っていない非クロップ画像を生成する非クロップ画像生成部と、

前記クロップ画像を識別するクロップ画像識別器と、

前記非クロップ画像を識別する非クロップ画像識別器と、

前記クロップ画像識別器による識別結果と、前記非クロップ画像識別器による識別結果と、の両者を用いて最終的な識別結果を取得する識別結果決定部と、

を備える画像識別装置。

10

【請求項 2】

前記クロップ画像生成部は、前記入力画像から前記識別対象領域を取得し、前記識別対象領域に所定のマージン領域を含めた画像として、前記クロップ画像を生成する、

請求項 1 に記載の画像識別装置。

【請求項 3】

前記クロップ画像生成部は、機械学習で得られた識別対象領域判定器により前記識別対象領域を取得する、

請求項 2 に記載の画像識別装置。

【請求項 4】

前記クロップ画像生成部は、前記非クロップ画像識別器の活性化マップで活性化している領域を抽出することにより前記識別対象領域を取得する、

請求項 2 に記載の画像識別装置。

20

【請求項 5】

前記非クロップ画像生成部は、前記入力画像に対してエッジ強調処理及びサイドカット処理を行った画像として、前記非クロップ画像を生成する、

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の画像識別装置。

【請求項 6】

前記非クロップ画像生成部は、前記入力画像を前記非クロップ画像とする、

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の画像識別装置。

30

【請求項 7】

前記識別結果決定部は、前記クロップ画像識別器の出力値と前記非クロップ画像識別器の出力値との平均を求めることによって、最終的な識別結果を取得する、

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の画像識別装置。

【請求項 8】

前記識別結果決定部は、前記クロップ画像識別器の出力層と前記非クロップ画像識別器の出力層とを連結して全結合層を構成し、前記全結合層を介した出力層によって、最終的な識別結果を取得する、

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の画像識別装置。

【請求項 9】

さらに、前記クロップ画像識別器の出力値と、前記非クロップ画像識別器の出力値と、を表示する表示部を備える、

請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の画像識別装置。

40

【請求項 10】

前記識別対象領域は病変領域である、

請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の画像識別装置。

【請求項 11】

入力画像から識別対象領域を含む画像を切り取る処理であるクロップ処理を行ったクロップ画像を生成するクロップ画像生成ステップと、

前記入力画像から前記クロップ処理を行っていない非クロップ画像を生成する非クロッ

50

ブ画像生成ステップと、

前記クロップ画像でクロップ画像識別器を学習させるクロップ画像学習ステップと、

前記非クロップ画像で非クロップ画像識別器を学習させる非クロップ画像学習ステップと、

を含む識別器学習方法。

【請求項 1 2】

入力画像から識別対象領域を含む画像を切り取る処理であるクロップ処理を行ったクロップ画像を生成するクロップ画像生成ステップと、

前記入力画像から前記クロップ処理を行っていない非クロップ画像を生成する非クロップ画像生成ステップと、

前記クロップ画像を識別するクロップ画像識別ステップと、

前記非クロップ画像を識別する非クロップ画像識別ステップと、

前記クロップ画像識別ステップによる識別結果と、前記非クロップ画像識別ステップによる識別結果と、の両者を用いて最終的な識別結果を取得する識別結果決定ステップと、を含む画像識別方法。

【請求項 1 3】

画像識別装置のコンピュータに、

入力画像から識別対象領域を含む画像を切り取る処理であるクロップ処理を行ったクロップ画像を生成するクロップ画像生成ステップ、

前記入力画像から前記クロップ処理を行っていない非クロップ画像を生成する非クロップ画像生成ステップ、

前記クロップ画像を識別するクロップ画像識別ステップ、

前記非クロップ画像を識別する非クロップ画像識別ステップ、及び、

前記クロップ画像識別ステップによる識別結果と、前記非クロップ画像識別ステップによる識別結果と、の両者を用いて最終的な識別結果を取得する識別結果決定ステップ、を実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像識別装置、識別器学習方法、画像識別方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

画像を識別する技術として、識別結果が判明している画像データを学習データとして用いて、ディープニューラルネットワーク (Deep Neural Network: DNN) を学習させ、学習済みの DNN を用いて画像識別する技術が知られている。画像識別技術においては、識別対象となる画像に特段の制限はなく、任意の画像データを識別対象とすることができるが、画像データに目盛り等と一緒に写り込んでいる場合がある。例えば、皮膚疾患等の患部を撮影する場合、患部のサイズを明確にするために目盛り等と一緒に撮影する場合が多い。また、患部の画像に限らず、例えば、花の画像等、対象物のサイズを明確にしたい画像の場合には、目盛り等と一緒に撮影した方がサイズがわかりやすいので、このような場合、学習用の画像データにも目盛り等と一緒に写り込んでいることが多い。

【0003】

この場合、一緒に写り込んだ目盛り等が画像識別に悪影響を与えてしまうことが考えられることから、例えば、非特許文献 1 においては、疾患領域である前景画像をクロップし、リサイズして画像分類する技術が提案されている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献 1】N. C. F. Codella ; Q. B. Nguyen ; S. Pankanti ; D. A. Gutman ; B

10

20

30

40

50

. Helba ; A. C. Halpern ; J. R. Smith , “ Deep learning ensembles for melanoma recognition in dermoscopy images ” , IBM Journal of Research and Development, Volume 61 Issue 4/5, July-Sept. 2017, Pages:5:1-5:15

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

非特許文献1に記載されている技術によれば、疾患領域をクロップし(切り取り)、リサイズすることにより、画像に写り込んだ目盛り等の影響を低減することができるが、元画像のアスペクト比、サイズ等の情報が失われてしまうことから、画像識別の精度が下がってしまうという問題があった。

10

【0006】

本発明は、上記問題を解決するためになされたものであり、画像識別の精度の向上を図ることができる画像識別装置、識別器学習方法、画像識別方法及び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】

【0007】

上記目的を達成するため、本発明の画像識別装置は、
 入力画像から識別対象領域を含む画像を切り取る処理であるクロップ処理を行ったクロップ画像を生成するクロップ画像生成部と、
 前記入力画像から前記クロップ処理を行っていない非クロップ画像を生成する非クロップ画像生成部と、
 前記クロップ画像を識別するクロップ画像識別器と、
 前記非クロップ画像を識別する非クロップ画像識別器と、
 前記クロップ画像識別器による識別結果と、前記非クロップ画像識別器による識別結果と、の両者を用いて最終的な識別結果を取得する識別結果決定部と、
 を備える。

20

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、画像識別の精度の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

30

【0009】

【図1】本発明の実施形態1に係る画像識別装置の機能構成を示す図である。
 【図2】実施形態1に係るクロップ画像学習処理のフローチャートである。
 【図3】実施形態1に係るクロップ画像生成処理のフローチャートである。
 【図4】クロップ画像生成処理を説明する図である。
 【図5】実施形態1に係る非クロップ画像学習処理のフローチャートである。
 【図6】実施形態1に係る非クロップ画像生成処理のフローチャートである。
 【図7】非クロップ画像生成処理を説明する図である。
 【図8】実施形態1に係る識別処理のフローチャートである。
 【図9】実施形態1に係る画像識別装置に病変領域を入力した時のクロップ画像識別器及び非クロップ画像識別器の活性化状況を説明する図である。
 【図10】本発明の変形例2に係る識別結果決定部を説明する図である。
 【図11】変形例2に係る全体学習処理のフローチャートである。
 【図12】変形例2に係る識別処理のフローチャートである。

40

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の実施形態に係る画像識別装置等について、図表を参照して説明する。なお、図中同一又は相当部分には同一符号を付す。

【0011】

(実施形態1)

50

本発明の実施形態１に係る画像識別装置１００は、識別対象の領域をクロップした画像で学習させたＤＮＮ識別器と、クロップしない画像で学習させたＤＮＮによる識別器と、を用いて未知の画像を識別する。画像識別装置１００は、このような２種類のＤＮＮによる識別器の出力を両方とも用いることで、画像識別の精度を向上させることができる。このような画像識別装置１００について、以下に説明する。

【００１２】

実施形態１に係る画像識別装置１００は、図１に示すように、制御部１０、記憶部２０、画像入力部３１、出力部３２、通信部３３、操作入力部３４、を備える。

【００１３】

制御部１０は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）等で構成され、記憶部２０に記憶されたプログラムを実行することにより、後述する各部（クロップ画像生成部１１、非クロップ画像生成部１２、クロップ画像識別器１３、非クロップ画像識別器１４、識別結果決定部１５）の機能を実現する。

【００１４】

記憶部２０は、ＲＯＭ（Read Only Memory）、ＲＡＭ（Random Access Memory）等で構成され、制御部１０のＣＰＵが実行するプログラム及び必要なデータを記憶する。

【００１５】

画像入力部３１は、学習用の画像データ又は識別する（未知の）画像データを入力するためのデバイスである。制御部１０は、画像入力部３１を介して画像データを取得する。画像入力部３１としては、制御部１０が画像データを取得できるなら、任意のデバイスを使用することができる。例えば、記憶部２０に画像データを記憶させておき、制御部１０が記憶部２０を読み出すことによって画像データを取得する場合は、記憶部２０が画像入力部３１を兼ねることになる。また、制御部１０が通信部３３を介して外部のサーバ等から画像データを取得する場合は、通信部３３が画像入力部３１を兼ねることになる。

【００１６】

出力部３２は、制御部１０が、画像入力部３１から入力した画像を識別した結果等を入力するためのデバイスである。例えば、出力部３２は、液晶ディスプレイや有機ＥＬ（Electro-Luminescence）ディスプレイである。この場合、出力部３２は、表示部として機能する。ただし、画像識別装置１００は、出力部３２としてこのようなディスプレイ（表示部）を備えてもよいし、外部のディスプレイを接続するためのインタフェースとしての出力部３２を備えてもよい。画像識別装置１００は、インタフェースとしての出力部３２を備える場合は、出力部３２を介して接続した外部のディスプレイに識別結果等を表示する。出力部３２は、出力手段として機能する。

【００１７】

通信部３３は、外部の他の装置（例えば、画像データのデータベースが格納されているサーバ等）とデータの送受信を行うためのデバイス（ネットワークインタフェース等）である。制御部１０は、通信部３３を介して画像データを取得することができる。

【００１８】

操作入力部３４は、画像識別装置１００に対するユーザの操作入力を受け付けるデバイスであり、例えば、キーボード、マウス、タッチパネル等である。画像識別装置１００は、操作入力部３４を介して、ユーザからの指示等を受け付ける。操作入力部３４は、操作入力手段として機能する。

【００１９】

次に、制御部１０の機能について説明する。制御部１０は、クロップ画像生成部１１、非クロップ画像生成部１２、クロップ画像識別器１３、非クロップ画像識別器１４、識別結果決定部１５、の機能を実現する。

【００２０】

クロップ画像生成部１１は、画像入力部３１を介して入力された入力画像から識別対象領域を取得し、取得した該識別対象領域にマージン領域を加えた正方形画像を切り取り（

10

20

30

40

50

クロップし)、それをクロップ画像識別器 13 の入力サイズにリサイズした画像(クロップ画像)を生成する。クロップ画像生成部 11 が、入力画像から識別対象領域を含む画像を切り取る処理をクロップ処理と言う。

【0021】

非クロップ画像生成部 12 は、画像入力部 31 を介して入力された入力画像に H P F (High Pass Filter) 処理を施すことによって、エッジを強調した画像(非クロップ画像)を生成する。なお、非クロップ画像生成部 12 は、H P F 処理以外の処理によってエッジを強調した画像を生成してもよい。

【0022】

クロップ画像識別器 13 及び非クロップ画像識別器 14 は、どちらも D N N の一種である畳み込みニューラルネットワーク(Convolutional Neural Network: C N N)による画像の識別器である。制御部 10 が、C N N による識別器を実現するプログラムを実行することにより、制御部 10 はクロップ画像識別器 13 としても機能し、また、非クロップ画像識別器 14 としても機能する。

10

【0023】

クロップ画像識別器 13 は、クロップ画像生成部 11 が生成したクロップ画像が入力される入力層と、入力されたクロップ画像の識別結果が出力される出力層と、入力層及び出力層以外の層である中間層と、を有し、クロップ画像を識別した結果を出力層から出力する。

【0024】

非クロップ画像識別器 14 は、非クロップ画像生成部 12 が生成した非クロップ画像が入力される入力層と、入力された非クロップ画像の識別結果が出力される出力層と、入力層及び出力層以外の層である中間層と、を有し、非クロップ画像を識別した結果を出力層から出力する。

20

【0025】

識別結果決定部 15 は、クロップ画像識別器 13 からの出力(クロップ画像の識別結果)と、非クロップ画像識別器 14 からの出力(非クロップ画像の識別結果)と、の両者を用いて最終的な識別結果を得る。基本的には、識別結果決定部 15 は、クロップ画像識別器 13 からの出力と非クロップ画像識別器 14 からの出力とを単純に加算平均して最終的な識別結果を得る。しかし、これに限定されるものではない。識別結果決定部 15 は、最終的な識別結果を得る際に、クロップ画像識別器 13 からの出力と非クロップ画像識別器 14 からの出力とを、それぞれに所定の重みを乗算して、加重平均を取ってもよい。識別結果決定部 15 は、識別結果決定手段として機能する。

30

【0026】

以上、画像識別装置 100 の機能構成について説明した。次に、クロップ画像や非クロップ画像を用いて C N N (クロップ画像識別器 13 及び非クロップ画像識別器 14) を学習させる処理について、説明する。

【0027】

まず、クロップ画像を用いてクロップ画像識別器 13 を学習させるクロップ画像学習処理について、図 2 を参照して説明する。この処理は、クロップ画像識別器 13 を学習させる際に実行される。また、この処理を実行する前に、正解ラベルを付けた学習用画像データを用意しておく必要がある。正解ラベルとは、その正解ラベルが付いた画像が何の画像かを示すものであり、例えば、疾患画像を入力すると疾患名を出力する C N N を用意したいのであれば、「疾患名」を正解ラベルとして各学習用画像データに付けておく必要がある。別の例として、花の画像の画像を入力するとその花の名称を出力する C N N を用意したいのであれば、「花の名称」を正解ラベルとして各学習用画像データに付けておく必要がある。

40

【0028】

まず、制御部 10 は、画像入力部 31 を介して学習用画像データを取得する(ステップ S 101)。そして、クロップ画像生成部 11 は、後述するクロップ画像生成処理を行っ

50

て、ステップ S 1 0 1 で取得した学習用画像データからクロップ画像を生成する（ステップ S 1 0 2）。ステップ S 1 0 2 は、クロップ画像生成ステップとも呼ばれる。

【0029】

次に、制御部 1 0 は、クロップ画像生成部 1 1 が生成したクロップ画像をクロップ画像識別器 1 3 に入力し、学習用画像データに付けられていた正解ラベルに基づいて、クロップ画像識別器 1 3 を学習させる（ステップ S 1 0 3）。ステップ S 1 0 3 は、クロップ画像学習ステップとも呼ばれる。

【0030】

そして、制御部 1 0 は、学習を終了するか否かを判定する（ステップ S 1 0 4）。例えば、学習用画像データを予め決められた枚数（例えば M 枚）学習させたら学習を終了する。学習させていない学習用画像データが残っている場合等、学習を終了しないなら（ステップ S 1 0 4 ; No）、ステップ S 1 0 1 に戻る。学習を終了するなら（ステップ S 1 0 4 ; Yes）、クロップ画像学習処理を終了する。

【0031】

次に、上記ステップ S 1 0 2 で行われるクロップ画像生成処理について、図 3 のフローチャートと図 4 の具体例を参照して説明する。この処理は、与えられた入力画像からクロップ画像を生成する処理である。

【0032】

まず、クロップ画像生成部 1 1 は、与えられた入力画像から、識別対象となる領域を取得する（ステップ S 1 1 1）。与えられた入力画像の例として、図 4 の左上の図では、識別対象 1 0 1 1（例えば疾患画像）と目盛り 1 0 1 2 が写っている入力画像 1 0 1 0 が示されている。そして、図 4 の右上の図では、クロップ画像生成部 1 1 が取得した識別対象となる領域 1 0 2 0 が示されている。識別対象となる領域の取得方法は任意であるが、例えば、クロップ画像生成部 1 1 は、予め機械学習で得られた識別対象領域判定器により自動的に領域 1 0 2 0 を抽出（及び取得）する。このような識別対象領域判定器は、例えば、学習用の教師データとして、画像データとその画像に対応する前景マップ（識別対象領域の正解データを人間が作成したもの）を大量に用意しておき、この教師データを CNN に入力して学習させることによって、作成することができる。

【0033】

識別対象となる領域の取得に関しては、上述したような機械学習による方法に限定されるわけではない。ユーザが操作入力部 3 4 を介して入力画像 1 0 1 0 中の識別対象となる領域 1 0 2 0 を指定し、ユーザが指定した領域 1 0 2 0 をクロップ画像生成部 1 1 が取得してもよい。また、機械学習等により自動的に抽出した領域 1 0 2 0 をユーザが操作入力部 3 4 を介して修正可能にしておき、ユーザが修正した識別対象領域をクロップ画像生成部 1 1 が取得するようにしてもよい。

【0034】

次に、クロップ画像生成部 1 1 は、ステップ S 1 1 1 で取得した識別対象の領域に外接する矩形領域を抽出する（ステップ S 1 1 2）。図 4 の左真ん中の図では、識別対象 1 0 1 1 に外接する矩形領域 1 0 3 0 が抽出されている様子が示されている。この矩形領域 1 0 3 0 は、正方形でなくてもよい。

【0035】

そして、クロップ画像生成部 1 1 は、ステップ S 1 1 2 で抽出した矩形領域にマージン領域を付加した正方形領域をクロップ（切り取り）する（ステップ S 1 1 3）。なお、上述の矩形領域 1 0 3 0 が長方形だった場合には、マージンの縦横の量を調節することによってクロップする領域を正方形にする。図 4 の右真ん中の図では、矩形領域 1 0 3 0 に斜線で表したマージン領域 1 0 4 1 を付加した正方形領域 1 0 4 0 が示されているが、この正方形領域 1 0 4 0 がクロップされる（切り取られる）ことになる。

【0036】

マージン領域 1 0 4 1 の大きさを規定するマージン 1 0 4 2 の長さは、矩形領域 1 0 3 0 の大きさに応じて変化させてもよいし、一定の長さに設定してもよい。矩形領域 1 0 3

10

20

30

40

50

0の大きさに応じて変化させる場合は、例えば「矩形領域1030の一辺の長さの10%」等と設定すればよい。また、矩形領域1030が長辺と短辺とからなる長方形の領域の場合は、例えば「長辺側は矩形領域1030の長辺の長さの10%のマージンを両側に付加し、短辺側はマージンを付加した長辺の長さに合わせるように両側に付加する」等と設定すればよい。

【0037】

そして、クロップ画像生成部11は、ステップS113でクロップした正方形領域を、CNN(クロップ画像識別器13)の入力サイズに合わせてリサイズし(ステップS114)、処理を終了する。このリサイズされた正方形領域の画像がクリップ画像である。図4の左下の図では、リサイズされた正方形領域1050が示されているが、これは、ステップS113で切り出された正方形領域1040がリサイズされて拡大されたものである。正方形領域1050に含まれている識別対象1011も正方形領域1050と同じ倍率でリサイズされるので、拡大された状態になっている。

10

【0038】

以上のクロップ画像生成処理により、入力画像に含まれる識別対象がクローズアップされたクロップ画像が生成される。そして、生成されたクロップ画像を用いて、上述のクロップ画像学習処理により、クロップ画像識別器13が学習されることになる。

【0039】

次に、非クロップ画像を用いて非クロップ画像識別器14を学習させる非クロップ画像学習処理について、図5を参照して説明する。この処理は、非クロップ画像識別器14を学習させる際に実行される。上述のクロップ画像学習処理と同様、非クロップ画像学習処理を実行する前に、正解ラベルを付けた学習用画像データを用意しておく必要があるが、この学習データは、上述のクロップ画像学習処理で用いた学習データと同一のデータでよい。

20

【0040】

まず、制御部10は、画像入力部31を介して学習用画像データを取得する(ステップS201)。そして、非クロップ画像生成部12は、後述する非クロップ画像生成処理を行って、ステップS201で取得した学習用画像データから非クロップ画像を生成する(ステップS202)。ステップS202は、非クロップ画像生成ステップとも呼ばれる。

【0041】

次に、制御部10は、非クロップ画像生成部12が生成した非クロップ画像を非クロップ画像識別器14に入力し、学習用画像データに付けられていた正解ラベルに基づいて、非クロップ画像識別器14を学習させる(ステップS203)。ステップS203は、非クロップ画像学習ステップとも呼ばれる。

30

【0042】

そして、制御部10は、学習を終了するか否かを判定する(ステップS204)。例えば、学習用画像データを予め決められた枚数(例えばM枚)学習させたら学習を終了する。学習させていない学習用画像データが残っている場合等、学習を終了しないなら(ステップS204; No)、ステップS201に戻る。学習を終了するなら(ステップS204; Yes)、非クロップ画像学習処理を終了する。

40

【0043】

次に、上記ステップS202で行われる非クロップ画像生成処理について、図6のフローチャートと図7の具体例を参照して説明する。この処理は、与えられた入力画像から非クロップ画像を生成する処理である。

【0044】

まず、非クロップ画像生成部12は、与えられた入力画像にHPF処理(エッジ強調処理)を行う(ステップS211)。与えられた入力画像の例として、図7の上の図では、識別対象1011(例えば疾患画像)と目盛り1012が写っている入力画像1010が示されている。そして、図7の真ん中の図では、入力画像1010がHPF処理されたことによって、エッジ強調された識別対象1061と、エッジ強調された目盛り1062と

50

、を含む画像 1060 になったことが示されている。

【0045】

次に非クロップ画像生成部 12 は、HPF 処理した入力画像の両サイドをカットして（これをサイドカット処理という）、正方形領域を切り出し（ステップ S212）、処理を終了する。図 7 の下の図では、正方形領域 1070 が示されているが、これは図 7 の真ん中の図にある画像 1060 の両サイドを点線 1063 でカットしたものである。

【0046】

以上の非クロップ画像生成処理により、入力画像のエッジが強調された非クロップ画像が生成される。そして、生成された非クロップ画像を用いて、上述の非クロップ画像学習処理により、非クロップ画像識別器 14 が学習されることになる。

10

【0047】

以上のようにして、クロップ画像識別器 13 と非クロップ画像識別器 14 を学習させることにより、画像識別装置 100 は、未知の入力画像を識別できるようになる。次に、未知の入力画像を識別する識別処理について、図 8 を参照して説明する。この処理は、未知の画像を識別する際に実行される。

【0048】

まず、制御部 10 は、画像入力部 31 を介して画像識別装置 100 に識別を行わせる未知画像を取得する（ステップ S301）。

【0049】

次に、クロップ画像生成部 11 は、上述したクロップ画像生成処理（図 3）により、ステップ S301 で取得した未知画像からクロップ画像を生成する（ステップ S302）。そして、制御部 10 は、生成されたクロップ画像をクロップ画像識別器 13 に入力して、クロップ画像識別器 13 の出力値を取得する（ステップ S303）。ステップ S303 は、クロップ画像識別ステップとも呼ばれる。

20

【0050】

次に、非クロップ画像生成部 12 は、上述した非クロップ画像生成処理（図 6）により、ステップ S301 で取得した未知画像から非クロップ画像を生成する（ステップ S304）。そして、制御部 10 は、生成された非クロップ画像を非クロップ画像識別器 14 に入力して、非クロップ画像識別器 14 の出力値を取得する（ステップ S305）。ステップ S305 は、非クロップ画像識別ステップとも呼ばれる。なお、ステップ S302 からステップ S303 の処理と、ステップ S304 からステップ S305 の処理とは、並行に処理を進めてもよいし、図 8 とは逆にステップ S304 からステップ S305 の処理を、ステップ S302 からステップ S303 の処理に先行して行ってもよい。

30

【0051】

そして、識別結果決定部 15 は、ステップ S303 で取得したクロップ画像識別器 13 の出力値とステップ S305 で取得した非クロップ画像識別器 14 の出力値とを加算平均して、最終的な識別結果を決定する（ステップ S306）。ステップ S306 は、識別結果決定ステップとも呼ばれる。

【0052】

そして、制御部 10 は、識別結果決定部 15 が決定した最終的な識別結果を出力部 32 へ出力し（ステップ S307）、処理を終了する。なお、ステップ S307 では、制御部 10 は、最終的な識別結果だけでなく、クロップ画像識別器 13 の出力及び非クロップ画像識別器 14 の出力をも出力部 32 へ出力してもよい。

40

【0053】

以上説明した識別処理により、画像識別装置 100 は、クロップ画像と非クロップ画像を両方とも用いることによって、識別精度の向上を図ることができる。また、クロップ画像生成部 11 では、識別対象領域をマージン領域を付加して切り出しているため、識別対象領域の端部（例えば病変領域境界のエッジ部分）を失う危険性を大幅に減らすことができる。しかも、クロップ画像生成部 11 では、クロップ画像の生成時に正方形で切り出しているため、画像のアスペクト比が保たれ、クロップ画像識別器 13 においては、アスペ

50

クト比も識別のための情報として利用できる。

【0054】

具体例として、図9に示すように、脂漏性角化症の病変領域1101を含む入力画像1100をクロップ画像識別器13と非クロップ画像識別器14のそれぞれに入力して、CAM(Class Activation Mapping)による活性化マップを作成すると、クロップ画像識別器13では中央領域を中心に活性反応を示し、非クロップ画像識別器14では病変領域全体に活性反応を示すことが確認できる。これは、クロップ画像識別器13の場合は、必ず中央領域に病変領域が存在することが期待されるのに対し、非クロップ画像識別器14では必ずしも中央領域に病変領域が存在することが期待できないので、非クロップ画像識別器14では病変領域判定も含めて処理をしなければならないという違いによるものと考えられる。

10

【0055】

なお、図9に示す活性化マップ1110は、入力画像1100をクロップ画像識別器13に入力した際の各症例(メラノーマ(MM)、脂漏性角化症(SK)、色素性母斑(NCN))のCAMによる活性化領域を示した図である。そして、図9に示す活性化マップ1120は、入力画像1100を非クロップ画像識別器14に入力した際の各症例のCAMによる活性化領域を示した図である。どちらの図も、活性度が高い領域ほど黒く示されている。また、図9には、各識別器による各症例のスコア(出力値)も示されている。

【0056】

図9に示されているように、クロップ画像識別器13による各症例のスコアは、メラノーマ(MM)が0.0890、脂漏性角化症(SK)が0.8681、色素性母斑(NCN)が0.0429であり、非クロップ画像識別器14による各症例のスコアは、メラノーマ(MM)が0.3145、脂漏性角化症(SK)が0.5713、色素性母斑(NCN)が0.1142である。

20

【0057】

図9に示す症例のように、病変領域の大きい症例画像の場合、(一般的に悪性症例の方が病変領域のサイズが大きいので)非クロップ画像識別器14のスコアは悪性側(MM側)に傾く傾向があり、図9においても、非クロップ画像識別器14によるメラノーマ(MM)のスコア(0.3145)は比較的高い値になっている。しかし、クロップ画像識別器13では、病変領域の大きさが正規化されているため、病変領域の大きさに依存せず、病変領域内部の構造が重視されて識別が行われる。したがって、図9に示す例では、クロップ画像識別器13が、脂漏性角化症(SK)の所見である白い点(稗粒腫様?腫)や、黒い点(面皰様開大)を検出した結果、脂漏性角化症(SK)のスコア(0.8681)が高くなったものと推測される。

30

【0058】

このように、画像識別装置100は、クロップ画像識別器13が識別対象領域の内部構造を重視して識別を行い、非クロップ画像識別器14が入力画像全体から捉えられる特徴によって識別を行うと考えられ、この両方の識別結果を用いて最終的な識別結果を決定するため、識別精度を向上させることができる。

【0059】

(変形例1)

実施形態1では、クロップ画像生成部11は、人手で作成した前景マップを用いて機械学習した識別対象領域判定器により、識別対象となる領域を自動的に抽出した。しかし、識別対象となる領域を自動的に抽出する方法として、図9に示したような活性化マップを用いる方法もある。この変形例1について説明する。

40

【0060】

変形例1に係る画像識別装置100の機能構成は実施形態1と同じく、図1で示されるものである。ただし、変形例1では、制御部10は、クロップ画像学習処理を行う前に、まず、非クロップ画像学習処理(図5)を行って、非クロップ画像識別器14を学習済みにしておく。そして、クロップ画像生成処理(図3)のステップS111において、制御

50

部 10 は、まず、入力画像を非クロップ画像識別器 14 に入力して、非クロップ画像識別器 14 の活性化マップを取得する。そして、活性化マップで、所定の基準値以上に活性化している領域を識別対象領域として抽出する。

【0061】

活性化マップの生成方法にはいくつかの種類があるが、図 9 に示したような CAM による活性化マップや、Grad-CAM (Gradient-weighted Class Activation Mapping) による活性化マップの場合は、識別クラス毎の活性化マップが得られるので、識別クラス毎に得られた各活性化マップを全て加算して平均を取った活性化マップ（ここでは「総合活性化マップ」と呼ぶことにする）を用いて識別対象領域を抽出する。例えば、総合活性化マップの全ての要素の平均値を求め、総合活性化マップ上で、値が当該平均値以上になっている部分を識別対象領域とする。

10

【0062】

活性化マップの生成において、CAM や Grad-CAM を用いるのではなく、単純に CNN の出力層の直前の全結合層の直前の中間層の各要素（特徴マップ）をチャンネル方向に平均したものを活性化マップとする活性化マップ生成方法もある。このような活性化マップを用いる場合は、この活性化マップを上述の総合活性化マップと同様に扱うことができる。例えば、この活性化マップの全ての要素の平均値を求め、該活性化マップ上で、値が当該平均値以上になっている部分を識別対象領域とする。

【0063】

変形例 1 に係る画像識別装置 100 は、クロップ画像生成処理（図 3）のステップ S111 において、活性化マップを用いて識別対象領域を抽出する点以外は、実施形態 1 に係る画像識別装置 100 と同じである。変形例 1 に係る画像識別装置 100 は、実施形態 1 に係る画像識別装置 100 が備える効果に加え、識別対象領域を抽出するための判定器の学習を別途行う必要がない（非クロップ画像識別器 14 を学習させることによって、非クロップ画像識別器 14 が識別対象領域を抽出するための判定器にも利用可能になる）という効果がある。

20

【0064】

（変形例 2）

実施形態 1 では、識別結果決定部 15 は、クロップ画像識別器 13 からの出力と非クロップ画像識別器 14 からの出力との平均（加算平均や加重平均）を取ることにより最終的な識別結果を得ていた。しかし、これに限定されるものではない。識別結果決定部 15 は、クロップ画像識別器 13 の出力層と、非クロップ画像識別器 14 の出力層と、を連結して全結合層に入力し、該全結合層を介した新たな出力層によって最終的な識別結果を得てもよい。このような変形例 2 について説明する。

30

【0065】

変形例 2 に係る画像識別装置 100 の機能構成は実施形態 1 と同じく、図 1 で示されるものである。変形例 2 に係る識別結果決定部 15 は、図 10 に示すように、クロップ画像識別器 13 の出力層 1301 と、非クロップ画像識別器 14 の出力層 1401 と、を連結して全結合層として、新たな出力層 1501 に接続して最終的な識別結果を得る。

【0066】

40

変形例 2 では、識別結果決定部 15 の出力層 1501 についても、ニューラルネットの学習を行う必要がある。このための全体学習処理について、図 11 を参照して説明する。この処理は、クロップ画像学習処理（図 2）及び非クロップ画像学習処理（図 5）が完了した後に行うと、学習時間の短縮を図ることができる。しかし、クロップ画像学習処理（図 2）や非クロップ画像学習処理（図 5）を行う前に全体学習処理を行うことも可能であり、この場合は、全体学習処理が完了した時点で、クロップ画像識別器 13 及び非クロップ画像識別器 14 の学習も完了していることになるため、別途クロップ画像学習処理（図 2）及び非クロップ画像学習処理（図 5）を行う必要はなくなる。

【0067】

まず、制御部 10 は、画像入力部 31 を介して学習用画像データを取得する（ステップ

50

S 4 0 1)。そして、クロップ画像生成部 1 1 は、クロップ画像生成処理 (図 3) を行って、ステップ S 4 0 1 で取得した学習用画像データからクロップ画像を生成する (ステップ S 4 0 2)。また、非クロップ画像生成部 1 2 は、非クロップ画像生成処理 (図 6) を行って、ステップ S 4 0 1 で取得した学習用画像データから非クロップ画像を生成する (ステップ S 4 0 3)。なお、ステップ S 4 0 2 とステップ S 4 0 3 とは、並行に処理を進めてもよいし、図 1 1 とは逆にステップ S 4 0 3 の処理をステップ S 4 0 2 の処理より先に行ってもよい。

【 0 0 6 8 】

そして、制御部 1 0 は、図 1 0 に示すようなクロップ画像識別器 1 3 と非クロップ画像識別器 1 4 とを接続した CNN において、クロップ画像生成部 1 1 が生成したクロップ画像 (正方形領域 1 0 5 0) をクロップ画像識別器 1 3 に入力し、非クロップ画像生成部 1 2 が生成した非クロップ画像 (正方形領域 1 0 7 0) を非クロップ画像識別器 1 4 に入力し、学習用画像データに付けられていた正解ラベルに基づいて、出力層 1 3 0 1 と出力層 1 4 0 1 とを連結した全結合層と識別結果決定部 1 5 の出力層 1 5 0 1 との間の全結合接続の重みを学習させる (ステップ S 4 0 4)。

10

【 0 0 6 9 】

そして、制御部 1 0 は、学習を終了するか否かを判定する (ステップ S 4 0 5)。例えば、学習用画像データを予め決められた枚数 (例えば M 枚) 学習させたら学習を終了する。学習させていない学習用画像データが残っている場合等、学習を終了しないなら (ステップ S 4 0 5 ; N o)、ステップ S 4 0 1 に戻る。学習を終了するなら (ステップ S 4 0 5 ; Y e s)、全体学習処理を終了する。

20

【 0 0 7 0 】

以上のようにして、識別結果決定部 1 5 の出力層 1 5 0 1 へのニューラルネットを学習させることにより、変形例 2 に係る画像識別装置 1 0 0 は、未知の入力画像を識別できるようになる。次に、変形例 2 に係る画像識別装置 1 0 0 で未知の入力画像を識別する識別処理について、図 1 2 を参照して説明する。この処理は、未知の画像を識別する際に実行される。

【 0 0 7 1 】

まず、制御部 1 0 は、画像入力部 3 1 を介して画像識別装置 1 0 0 に識別を行わせる未知画像を取得する (ステップ S 5 0 1)。

30

【 0 0 7 2 】

そして、クロップ画像生成部 1 1 は、クロップ画像生成処理 (図 3) を行って、ステップ S 5 0 1 で取得した未知画像からクロップ画像を生成する (ステップ S 5 0 2)。また、非クロップ画像生成部 1 2 は、非クロップ画像生成処理 (図 6) を行って、ステップ S 5 0 1 で取得した未知画像から非クロップ画像を生成する (ステップ S 5 0 3)。なお、ステップ S 5 0 2 とステップ S 5 0 3 とは、並行に処理を進めてもよいし、図 1 2 とは逆にステップ S 5 0 3 の処理をステップ S 5 0 2 の処理より先に行ってもよい。

【 0 0 7 3 】

そして、識別結果決定部 1 5 は、図 1 0 に示すようなクロップ画像識別器 1 3 と非クロップ画像識別器 1 4 とを接続した CNN において、クロップ画像生成部 1 1 が生成したクロップ画像をクロップ画像識別器 1 3 に入力し、非クロップ画像生成部 1 2 が生成した非クロップ画像を非クロップ画像識別器 1 4 に入力する。そして、出力層 1 5 0 1 に出力される出力値によって、最終的な識別結果を決定する (ステップ S 5 0 4)。

40

【 0 0 7 4 】

そして、制御部 1 0 は、識別結果決定部 1 5 が決定した最終的な識別結果を出力部 3 2 に出力し (ステップ S 5 0 5)、処理を終了する。なお、ステップ S 5 0 5 では、制御部 1 0 は、最終的な識別結果だけでなく、クロップ画像識別器 1 3 の出力 (図 1 0 の出力層 1 3 0 1 の各要素の値) 及び非クロップ画像識別器 1 4 の出力 (図 1 0 の出力層 1 4 0 1 の各要素の値) をも出力部 3 2 に出力してもよい。

【 0 0 7 5 】

50

以上説明した識別処理により、変形例 2 に係る画像識別装置 100 は、クロープ画像と非クロープ画像を両方とも用いることによって、識別精度の向上を図ることができる。

【0076】

なお、上述の実施形態及び変形例では、CNN による識別器を実現するプログラムを制御部 10 が実行することにより、制御部 10 はクロープ画像識別器 13 や非クロープ画像識別器 14 としても機能することとしていたが、これに限られない。画像識別装置 100 は、制御部 10 とは別に（例えば、GPU (Graphics Processing Unit) や、専用の IC (Integrated Circuit) 等の) クロープ画像識別器 13 や非クロープ画像識別器 14 の機能を実現するデバイスを備えてもよい。

【0077】

また、上述の実施形態 1 では主に皮膚の疾患を例にとって説明したが、本発明は皮膚科の分野に限定されるものではなく、広く一般の画像識別の分野において適用可能である。例えば、花の識別、細菌の顕微鏡写真の識別等にも適用できる。

【0078】

また、上述の実施形態及び変形例は適宜組み合わせることができる。例えば、変形例 1 と変形例 2 とを組み合わせることにより、活性化マップで識別対象となる領域を自動的に抽出し、図 10 に示すようにクロープ画像識別器 13 と非クロープ画像識別器 14 とを接続して出力層 1501 から最終的な識別結果を取得する画像識別装置 100 を構成してもよい。

【0079】

また、上述の実施形態及び変形例では、非クロープ画像生成部 12 が、入力画像のエッジを強調した画像を生成するものとして説明したが、これに限られない。非クロープ画像生成部 12 は、入力画像をクロープしないことが重要であり、入力画像をそのまま非クロープ画像としてもよい。

【0080】

なお、画像識別装置 100 の各機能は、通常の PC (Personal Computer) 等のコンピュータによっても実施することができる。具体的には、上記実施形態では、画像識別装置 100 が行う画像識別処理のプログラムが、記憶部 20 の ROM に予め記憶されているものとして説明した。しかし、プログラムを、フレキシブルディスク、CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory)、DVD (Digital Versatile Disc)、MO (Magneto-Optical Disc)、メモリカード、USB (Universal Serial Bus) メモリ等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納して配布し、そのプログラムをコンピュータに読み込んでインストールすることにより、上述の各機能を実現することができるコンピュータを構成してもよい。

【0081】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明に係る特定の実施形態に限定されるものではなく、本発明には、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲が含まれる。以下に、本願出願の当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

【0082】

(付記 1)

入力画像から識別対象領域を含む画像を切り取る処理であるクロープ処理を行ったクロープ画像を生成するクロープ画像生成部と、

前記入力画像から前記クロープ処理を行っていない非クロープ画像を生成する非クロープ画像生成部と、

前記クロープ画像を識別するクロープ画像識別器と、

前記非クロープ画像を識別する非クロープ画像識別器と、

前記クロープ画像識別器による識別結果と、前記非クロープ画像識別器による識別結果と、の両者を用いて最終的な識別結果を取得する識別結果決定部と、

を備える画像識別装置。

10

20

30

40

50

- 【 0 0 8 3 】
（付記 2）
前記クロップ画像生成部は、前記入力画像から前記識別対象領域を取得し、前記識別対象領域に所定のマージン領域を含めた画像として、前記クロップ画像を生成する、
付記 1 に記載の画像識別装置。
- 【 0 0 8 4 】
（付記 3）
前記クロップ画像生成部は、機械学習で得られた識別対象領域判定器により前記識別対象領域を取得する、
付記 2 に記載の画像識別装置。 10
- 【 0 0 8 5 】
（付記 4）
前記クロップ画像生成部は、前記非クロップ画像識別器の活性化マップで活性化している領域を抽出することにより前記識別対象領域を取得する、
付記 2 に記載の画像識別装置。
- 【 0 0 8 6 】
（付記 5）
前記非クロップ画像生成部は、前記入力画像に対してエッジ強調処理及びサイドカット処理を行った画像として、前記非クロップ画像を生成する、
付記 1 から 4 のいずれか 1 つに記載の画像識別装置。 20
- 【 0 0 8 7 】
（付記 6）
前記非クロップ画像生成部は、前記入力画像を前記非クロップ画像とする、
付記 1 から 4 のいずれか 1 つに記載の画像識別装置。
- 【 0 0 8 8 】
（付記 7）
前記識別結果決定部は、前記クロップ画像識別器の出力値と前記非クロップ画像識別器の出力値との平均を求めることによって、最終的な識別結果を取得する、
付記 1 から 6 のいずれか 1 つに記載の画像識別装置。
- 【 0 0 8 9 】
（付記 8）
前記識別結果決定部は、前記クロップ画像識別器の出力層と前記非クロップ画像識別器の出力層とを連結して全結合層を構成し、前記全結合層を介した出力層によって、最終的な識別結果を取得する、
付記 1 から 6 のいずれか 1 つに記載の画像識別装置。 30
- 【 0 0 9 0 】
（付記 9）
さらに、前記クロップ画像識別器の出力値と、前記非クロップ画像識別器の出力値と、
を表示する表示部を備える、
付記 1 から 8 のいずれか 1 つに記載の画像識別装置。 40
- 【 0 0 9 1 】
（付記 1 0）
前記識別対象領域は病変領域である、
付記 1 から 9 のいずれか 1 つに記載の画像識別装置。
- 【 0 0 9 2 】
（付記 1 1）
入力画像から識別対象領域を含む画像を切り取る処理であるクロップ処理を行ったクロップ画像を生成するクロップ画像生成ステップと、
前記入力画像から前記クロップ処理を行っていない非クロップ画像を生成する非クロップ画像生成ステップと、 50

前記クロップ画像でクロップ画像識別器を学習させるクロップ画像学習ステップと、
前記非クロップ画像で非クロップ画像識別器を学習させる非クロップ画像学習ステップ
と、
を含む識別器学習方法。

【0093】

(付記12)

入力画像から識別対象領域を含む画像を切り取る処理であるクロップ処理を行ったクロ
ップ画像を生成するクロップ画像生成ステップと、

前記入力画像から前記クロップ処理を行っていない非クロップ画像を生成する非クロッ
プ画像生成ステップと、

前記クロップ画像を識別するクロップ画像識別ステップと、

前記非クロップ画像を識別する非クロップ画像識別ステップと、

前記クロップ画像識別ステップによる識別結果と、前記非クロップ画像識別ステップに
よる識別結果と、の両者を用いて最終的な識別結果を取得する識別結果決定ステップと、
を含む画像識別方法。

【0094】

(付記13)

画像識別装置のコンピュータに、

入力画像から識別対象領域を含む画像を切り取る処理であるクロップ処理を行ったクロ
ップ画像を生成するクロップ画像生成ステップ、

前記入力画像から前記クロップ処理を行っていない非クロップ画像を生成する非クロッ
プ画像生成ステップ、

前記クロップ画像を識別するクロップ画像識別ステップ、

前記非クロップ画像を識別する非クロップ画像識別ステップ、及び、

前記クロップ画像識別ステップによる識別結果と、前記非クロップ画像識別ステップに
よる識別結果と、の両者を用いて最終的な識別結果を取得する識別結果決定ステップ、
を実行させるためのプログラム。

【符号の説明】

【0095】

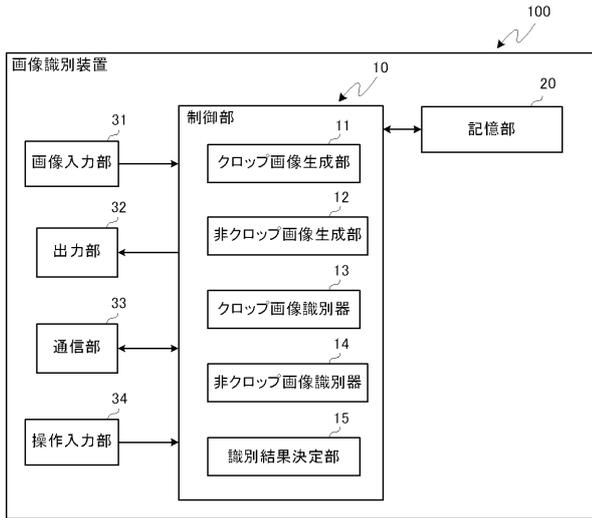
10 ... 制御部、11 ... クロップ画像生成部、12 ... 非クロップ画像生成部、13 ... クロッ
プ画像識別器、14 ... 非クロップ画像識別器、15 ... 識別結果決定部、20 ... 記憶部、3
1 ... 画像入力部、32 ... 出力部、33 ... 通信部、34 ... 操作入力部、100 ... 画像識別装
置、1010, 1100 ... 入力画像、1011, 1061 ... 識別対象、1012, 106
2 ... 目盛り、1020 ... 領域、1030 ... 矩形領域、1040, 1050, 1070 ... 正
方形領域、1041 ... マージン領域、1042 ... マージン、1060 ... 画像、1063 ...
点線、1101 ... 病変領域、1110, 1120 ... 活性化マップ、1301, 1401,
1501 ... 出力層

10

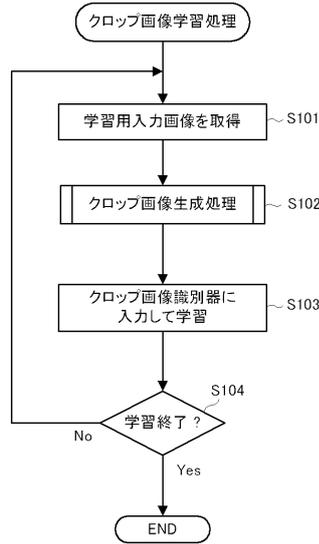
20

30

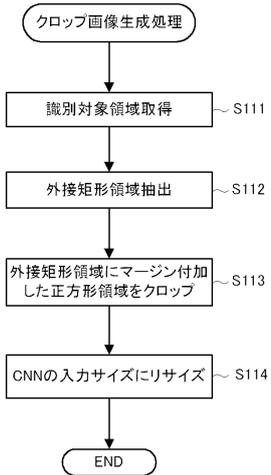
【 図 1 】



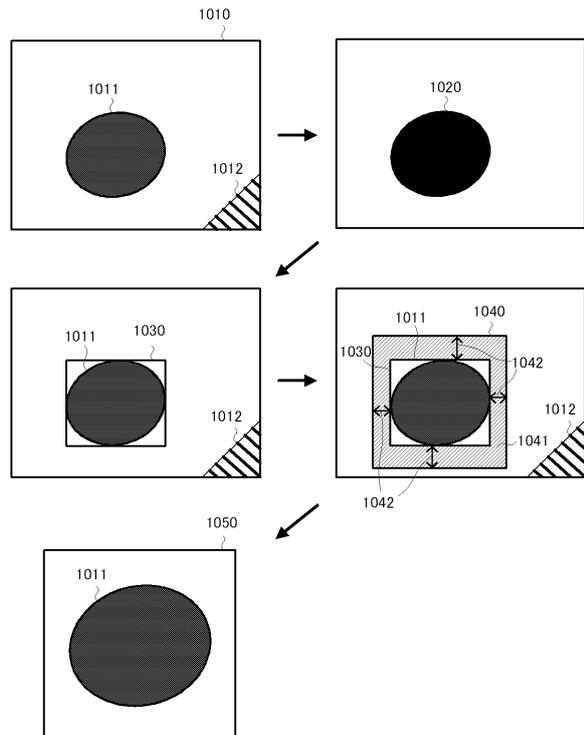
【 図 2 】



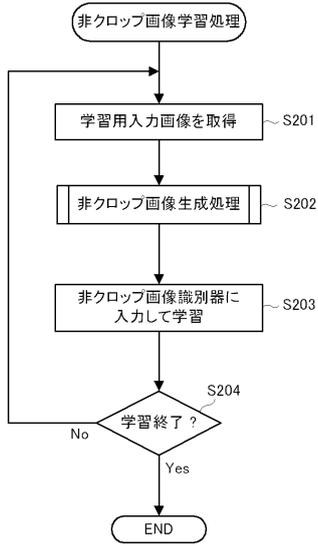
【 図 3 】



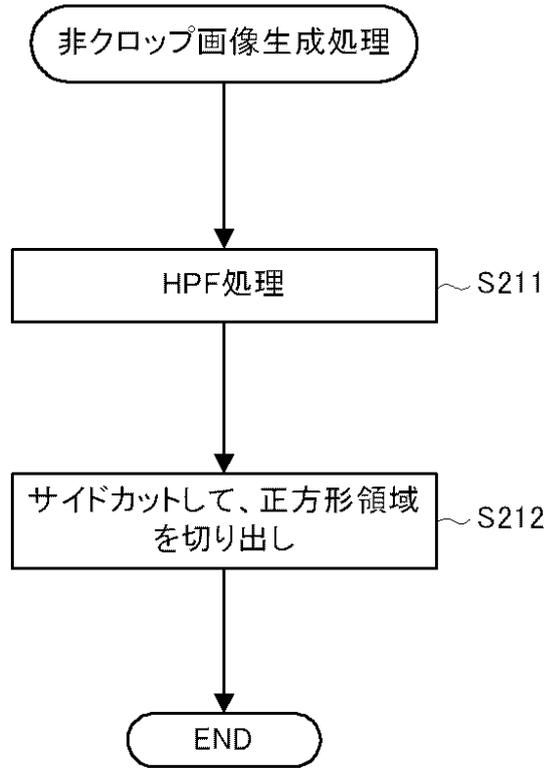
【 図 4 】



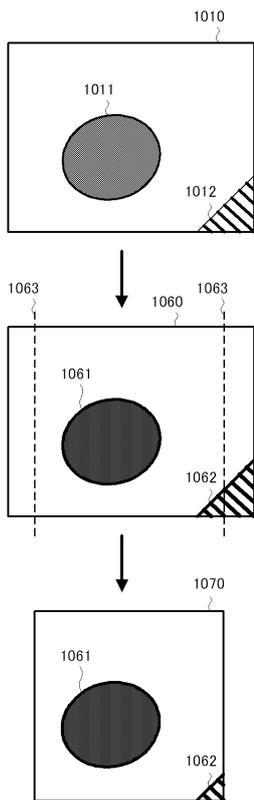
【図5】



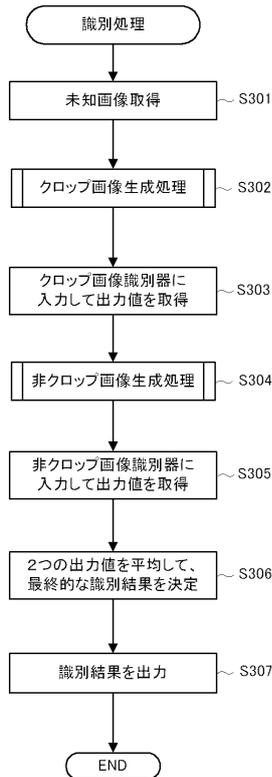
【図6】



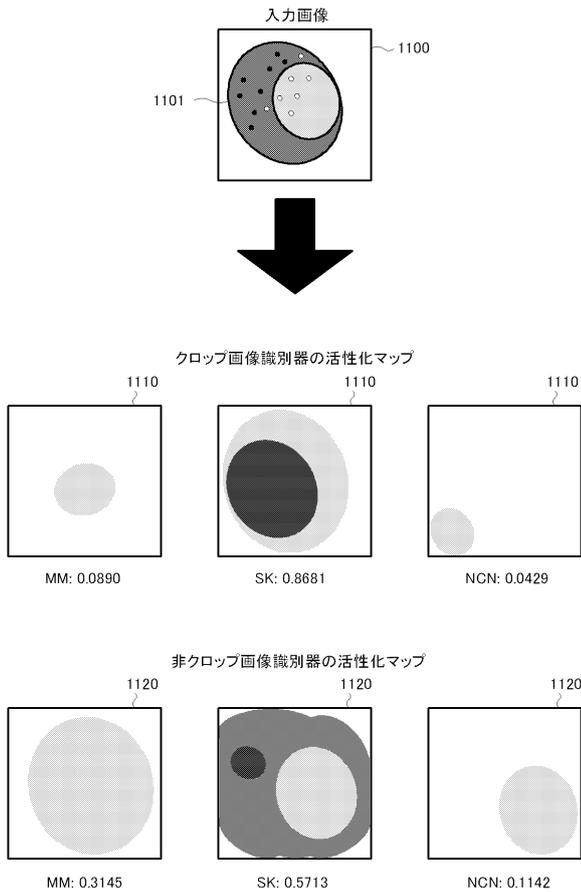
【図7】



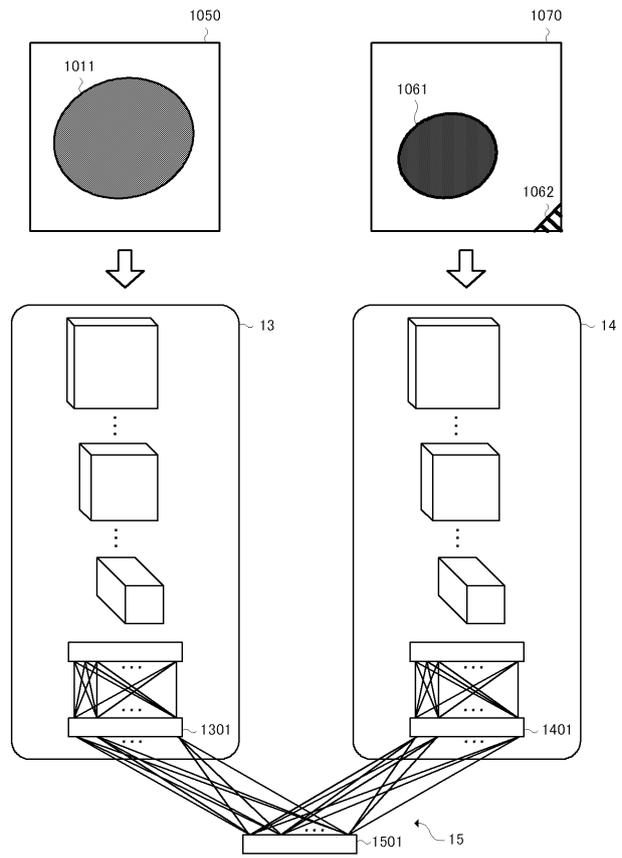
【図8】



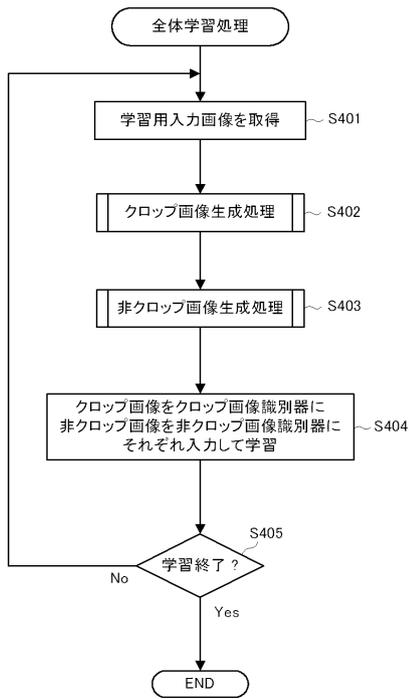
【 図 9 】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】

