(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
2012 年 8 月 23 日(23.08.2012)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/111236 A1

(51) 国際特許分類:
G06T 7/00 (2006.01) *G06T 7/60* (2006.01)
G06T 1/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/079762

(22) 国際出願日: 2011 年 12 月 22 日(22.12.2011)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2011-032492 2011 年 2 月 17 日(17.02.2011) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三洋電機株式会社 (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号 Osaka (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中村　明 (NAKAMURA Akira) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号三洋電機株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 大橋　雅昭(OHASHI Masaaki); 〒5708677 大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号三洋電機株式会社内 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

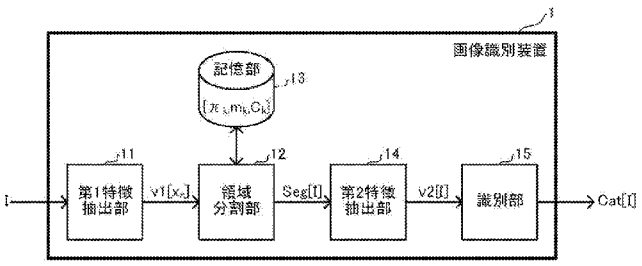
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: IMAGE IDENTIFICATION DEVICE AND PROGRAM

(54) 発明の名称 : 画像識別装置およびプログラム

［図1］



1 Image identification device
11 First feature extraction unit
12 Region splitting unit
13 Recording unit
14 Second feature extraction unit
15 Identification unit

(57) **Abstract**: [Problem] To highly precisely identify the category to which an input image belongs even when extraction of the subject of identification is difficult or when the shape, size, orientation, position, and the like of the subject of identification are diverse/irregular. [Solution] The present invention has: a first feature extraction unit that divides an input image into a plurality of block images of a predetermined size, and determines a feature quantity of each of the plurality of block images; a region splitting unit that, on the basis of the feature quantities, allocates each of the plurality of block images to one of K (K being an integer that is at least 2) regions, and splits the input image into the K regions; a second feature extraction unit that, on the basis of the region splitting results of the region splitting unit, determines the feature vector containing as an element the proportion of block images allocated to each of the K regions among the plurality of block images or the number of the plurality of block images allocated to each region; and an identification unit that, on the basis of the feature vector, identifies which of a plurality of categories the input image belongs to.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/111236 A1

【課題】　識別対象の形状・大きさ・向き・位置などが多様・不定である場合や、識別対象の抽出が困難な場合であっても、入力画像が属するカテゴリを高精度に識別する。　【解決手段】　入力画像を所定サイズの複数のブロック画像に分割し、複数のブロック画像のそれぞれの特徴量を求める第１特徴抽出部と、特徴量に基づいて、複数のブロック画像をＫ個（Ｋは２以上の整数）の領域の何れかにそれぞれ割り当てて、入力画像をＫ個の領域に分割する領域分割部と、領域分割部の領域分割結果に基づいて、複数のブロック画像の、それぞれが割り当てられた領域ごとの数、または、複数のブロック画像のうち、Ｋ個の領域のそれぞれに割り当てられたブロック画像の割合を要素として含む特徴ベクトルを求める第２特徴抽出部と、特徴ベクトルに基づいて、入力画像が複数のカテゴリの何れに属するかを識別する識別部と、を有する。

明　細　書

発明の名称 ： 画像識別装置およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、画像識別装置およびプログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、様々な分野で画像識別技術が用いられている。例えば、入力された画像が予め定義された２つ以上のカテゴリの何れに属するかを識別する技術は、光学式文字認識（ＯＣＲ：Optical Character Recognition）や顔認識システム（ＦＲＳ：Facial Recognition System）などで利用されている。そして、これらの技術では、例えば、入力画像から文字や顔などの識別対象の領域を抽出する工程、抽出した領域から特徴量を抽出する工程、抽出した特徴量を予め用意した各カテゴリの特徴量と比較する工程などを経て、入力画像が属するカテゴリを決定している。

[0003] また、例えば特許文献１や特許文献２では、画像に含まれる特定の対象ではなく、画像全体の構図や画像から受ける印象などが類似しているか否かによって画像を識別する技術が開示されている。特許文献１の画像蓄積・管理装置では、画像を格子状に分割した各ブロックに領域番号を割り当て、その領域ごとの属性を記述した画像インデックスを利用することによって、画像全体の類似度が高い画像を検索することができる。一方、特許文献２の画像検索装置では、文書画像を構成する各部分領域のアスペクト比、大きさ、重心位置座標などの特徴量を用いて総合類似度を算出して、文書画像を検索している。

[0004] このようにして、各領域の特徴量を用いて、各領域の形状や位置の類似度を反映した画像間の類似度を求めることによって、画像全体の構図が類似している画像を検索することができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平８－１８０１７６号公報

特許文献2：特開２００６－１６３８４１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、例えば、細胞培養装置において培養される細胞塊（細胞コロニー）や、雲の発生・成長などの自然界の現象では、細胞塊や雲などの識別対象の形状・大きさ・向き・位置などが多様・不定であるため、同一カテゴリに属する画像間で全体の構図が大きく異なる場合がある。さらに、識別対象の輪郭が不明瞭であったり、識別対象の一部が画像の視野からはみ出していたりして、識別対象の領域を正確に抽出することが困難な場合もある。

そのため、上記のような画像識別技術では、細胞塊や雲などの自然現象の入力画像に対してカテゴリを決定することができない。

課題を解決するための手段

[0007] 前述した課題を解決する主たる本発明は、入力画像を所定サイズの複数のブロック画像に分割し、前記複数のブロック画像のそれぞれの特徴量を求める第１特徴抽出部と、前記特徴量に基づいて、前記複数のブロック画像をＫ個（Ｋは２以上の整数）の領域の何れかにそれぞれ割り当てて、前記入力画像を前記Ｋ個の領域に分割する領域分割部と、前記領域分割部の領域分割結果に基づいて、前記複数のブロック画像の、それぞれが割り当てられた領域ごとの数、または、前記複数のブロック画像のうち、前記Ｋ個の領域のそれぞれに割り当てられたブロック画像の割合を要素として含む特徴ベクトルを求める第２特徴抽出部と、前記特徴ベクトルに基づいて、前記入力画像が複数のカテゴリの何れに属するかを識別する識別部と、を有することを特徴とする画像識別装置である。

[0008] 本発明の他の特徴については、添付図面及び本明細書の記載により明らかとなる。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、識別対象の形状・大きさ・向き・位置などが多様・不定である場合や、識別対象の抽出が困難な場合であっても、入力画像が属するカテゴリを高精度に識別することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の一実施形態における画像識別装置の構成を示すブロック図である。

[図2]本発明の一実施形態における画像識別装置の動作を説明するフローチャートである。

[図3]第１特徴抽出部１１が入力画像Ｉをブロック画像に分割する処理の一例を説明する図である。

[図4]第１特徴抽出部１１が各ブロック画像の特徴量を抽出する処理の一例を説明する図である。

[図5]記憶部１３に記憶されている学習用ブロック画像群のクラスタリング結果の一例を示す図である。

[図6]入力画像Ｉ１に対して領域分割部１２が各ブロック画像を領域に割り当てる処理の一例を説明する図である。

[図7]入力画像Ｉ２に対して領域分割部１２が各ブロック画像を領域に割り当てる処理の一例を説明する図である。

[図8]第２特徴抽出部１４が領域分割結果に基づいて特徴ベクトルを算出する処理の一例を説明する図である。

[図9]識別部１５が特徴ベクトルに基づいて識別カテゴリを出力する処理の一例を説明する図である。

[図10]入力画像Ｉ３に対して領域分割部１２が各ブロック画像を領域に割り当てる処理の一例を説明する図である。

[図11]入力画像Ｉ１の領域分割結果における隣接箇所の数の算出方法を説明する図である。

[図12]第２特徴抽出部１４において算出される特徴ベクトルの他の例を示す図である。

[図13]第２特徴抽出部１４において算出される特徴ベクトルのさらに他の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 本明細書および添付図面の記載により、少なくとも以下の事項が明らかとなる。

[0012] ＝＝＝画像識別装置の構成＝＝＝

以下、図１を参照して、本発明の一実施形態における画像識別装置の構成について説明する。

図１に示されている画像識別装置１は、第１特徴抽出部１１、領域分割部１２、記憶部１３、第２特徴抽出部１４、および識別部１５を含んで構成されている。

第１特徴抽出部１１には、入力画像Ｉが入力され、第１特徴抽出部１１から出力される特徴量ｖ１［x_n］は、領域分割部１２に入力されている。また、記憶部１３には、後述する学習用ブロック画像群ＩＬのクラスタリング結果から得られたクラスタ属性｛π_k，m_k，C_k｝が記憶されており、当該クラスタ属性は、領域分割部１２に適宜読み出されている。さらに、領域分割部１２から第２特徴抽出部１４には、入力画像Ｉの領域分割結果Ｓｅｇ［Ｉ］が入力され、第２特徴抽出部１４から出力される特徴ベクトルｖ２［Ｉ］は、識別部１５に入力されている。そして、識別部１５からは、識別カテゴリＣａｔ［Ｉ］が出力されている。

[0013] ＝＝＝画像識別装置の動作＝＝＝

以下、図２ないし図９を適宜参照して、本実施形態における画像識別装置の動作について説明する。

画像識別装置１のうち、第１特徴抽出部１１、領域分割部１２、第２特徴抽出部１４、および識別部１５の機能は、例えば、記憶部１３を備えるコンピュータによって実現することができる。図２は、第１特徴抽出部１１、領域分割部１２、第２特徴抽出部１４、および識別部１５に相当する機能をコンピュータに実現させるためのプログラムの動作を示している。

[0014] 識別対象の入力画像Ｉが入力され、プログラムの処理が開始されると（Ｓ１）、まず、図３に示すように、入力画像Ｉを所定サイズ（例えば３２画素×３２画素）のブロック画像に分割する（Ｓ２）。図３においては、入力画像Ｉは、一例として、Ｍ×Ｎ個のブロック画像x_n（$1 \leqq n \leqq M \times N$）に分割されている。そして、各ブロック画像$x_n$の特徴量ｖ１［$x_n$］を抽出する（Ｓ３）。したがって、Ｓ２およびＳ３の処理は、第１特徴抽出部１１に相当する機能を実現する。

[0015] ここで、特徴量ｖ１［x_n］としては、例えば、各画素の輝度値の平均値や標準偏差などを用いることができる。また、各画素の輝度値の平均値や標準偏差などのスカラー量を複数用いたベクトルを特徴量ｖ１［x_n］として用いることもできる。さらに、各画素の輝度値そのまま用いる代わりに、エッジ抽出などのフィルタリング処理を行ったうえで特徴量ｖ１［x_n］を抽出してもよい。本実施形態では、一例として、図４に示すように、ブロック画像x_nに含まれる各画素の輝度値の平均値μ_nと標準偏差σ_nとを要素とする２次元ベクトルを特徴量ｖ１［x_n］とする。

[0016] 次に、特徴量ｖ１［x_n］に基づいて、各ブロック画像x_nを領域c_i（$0 \leqq i \leqq K-1$、Ｋは２以上の整数）の何れかに割り当てることによって、入力画像ＩをＫ個の領域に分割する（Ｓ４）。したがって、Ｓ４の処理は、領域分割部１２に相当する機能を実現する。

[0017] 当該領域分割処理においては、例えば、特徴量ｖ１［x_n］に基づいて、各ブロック画像x_nを予め用意したＫ個のクラスタ（領域）のうち最も近いクラスタに順次割り当てることによって、互いに類似するブロック画像が同じクラスタに属するように割り当てられる。また、クラスタへの割り当て（クラスタリング）は、例えば、入力画像Ｉとは別に予め用意した学習用画像群をそれぞれ分割した学習用ブロック画像群ＩＬをＫ個のクラスタにクラスタリングした結果から得られたクラスタ属性に基づいて行われる。

[0018] ここで、クラスタリング手法としては、例えば、Ｋ－平均法（ｃ－平均法）やファジィｃ－平均法、混合正規分布モデル（ＧＭＭ：Gaussian Mixture

Model）などを用いることができる。また、これらのクラスタリング手法では、クラスタ数Ｋを明示的に与える必要があるが、最適なクラスタ数を推定しながらクラスタリングを行う手法を用いてもよい。本実施形態では、一例として、混合正規分布モデルを用いることとし、学習用ブロック画像群ＩＬのクラスタリング結果を図５に示す。図５においては、クラスタ数Ｋ＝３であり、学習用ブロック画像群ＩＬは、領域c_0、c_1、c_2の何れかに割り当てられている。

[0019] 混合正規分布モデルにおいて、データ集合を構成する各個体ｘ（各ブロック画像x_n）が従う確率密度関数ｐ（ｘ）は、

[数1]

$$p(x|\Theta)=\sum_{k=0}^{K-1}\pi_k N(x|m_k,C_k)$$

と表すことができる。なお、Ｎ（ｘ｜m_k，C_k）は、平均ベクトルm_kおよび分散共分散行列C_kをパラメータとして、

[数2]

$$N(x|m_k,C_k)=\frac{1}{\sqrt{(2\pi)^D|C_k|}}\exp\left\{-\frac{1}{2}(x-m_k)^t C_k^{-1}(x-m_k)\right\}$$

と表される、クラスタc_kの分布を表すＤ次元正規分布である。また、π_kは、クラスタc_kの重みであり、

[数3]

$$\sum_{k=0}^{K-1}\pi_k=1$$

との条件を満たし、Θは、全クラスタc_0、c_1、…、c_{K-1}のクラスタ属性｛π_k，m_k，C_k｝（０≦ｋ≦Ｋ－１）を表している。そして、ＥＭアルゴリズムを用いて、データ集合（学習用ブロック画像群ＩＬ）からクラスタc_kのクラスタ属性であるモデルパラメータ｛π_k，m_k，C_k｝を推定しておくことによって、入力画像Ｉに対して、各ブロック画像x_nの各クラスタへの所属確率を求めることができる。ここで、個体ｘ（ブロック画像x_n）のクラスタc_kへの所属確率はベイズの定理から次式により算出される。

［数4］

$$p(c_k|x)=\frac{p(x|c_k)p(c_k)}{p(x|\Theta)}=\frac{\pi_k N(x|m_k,C_k)}{\sum_{k=0}^{K-1}\pi_k N(x|m_k,C_k)}$$

［0020］ さらに、各ブロック画像ｘ$_n$を所属確率が最大となるクラスタに割り当てることによって、入力画像Ｉの領域分割結果が得られる。なお、学習用ブロック画像群ＩＬのクラスタリング結果から得られたクラスタ属性（モデルパラメータ）｛π_k，ｍ$_k$，Ｃ$_k$｝は、記憶部１３に記憶され、適宜読み出される。

［0021］ ここで、一例として、クラスタ数Ｋ＝３とし、当該クラスタ属性に基づいて、同一カテゴリに属すべき入力画像Ｉ１およびＩ２を領域分割した結果を、それぞれ図６および図７に示す。なお、学習用ブロック画像群ＩＬのクラスタリング結果から得られたクラスタ属性｛π_k，ｍ$_k$，Ｃ$_k$｝に基づいて領域分割を行うことによって、特許文献１や特許文献２の画像識別技術のように画像間で領域の対応付けを行うことなく、図６および図７に示されているように、輝度が異なる部分を同じ領域ｃ$_0$に割り当てることができる。

［0022］ 次に、入力画像Ｉの領域分割結果Ｓｅｇ［Ｉ］に基づいて、特徴ベクトルｖ２［Ｉ］を算出する（Ｓ５）。したがって、Ｓ５の処理は、第２特徴抽出部１４に相当する機能を実現する。

［0023］ ここで、特徴ベクトルｖ２［Ｉ］としては、例えば、各ブロック画像ｘ$_n$が割り当てられた領域ごとの数、すなわち、各領域ｃ$_i$に割り当てられたブロック画像の数ｎ$_i$を要素とするＫ次元のベクトルを用いることができる。入力画像Ｉ１およびＩ２において、各ｎ$_i$（０≦ｉ≦２）は図８のようになり、各特徴ベクトルは、

ｖ２［Ｉ１］＝（５，２２，５３）、

ｖ２［Ｉ２］＝（４，２２，５４）

と表すことができる。

［0024］ 最後に、特徴ベクトルｖ２［Ｉ］に基づいて、入力画像Ｉが予め定義された２つ以上のカテゴリの何れに属するかを識別して識別カテゴリＣａｔ［Ｉ

］を出力し（Ｓ６）、処理を終了する（Ｓ７）。したがって、Ｓ６の処理は、識別部１５に相当する機能を実現する。

[0025] ここで、識別アルゴリズムとしては、例えば、線形判別分析やニューラルネットやサポートベクタマシンなど、数値ベクトルを対象とする公知の教師あり識別アルゴリズムを用いることができる。例えば、予め用意した教師ラベル付きの学習用画像群を用いて学習させた識別器に入力画像Ｉの特徴ベクトルｖ２［Ｉ］を入力することによって、識別カテゴリＣａｔ［Ｉ］を出力することができる。また、例えば、各学習用画像の特徴ベクトルを記憶部１３または別の記憶部に記憶させておき、入力画像Ｉの特徴ベクトルｖ２［Ｉ］と最も類似している学習用画像が属するカテゴリを識別カテゴリＣａｔ［Ｉ］として出力してもよい。

[0026] 図９は、一例として、カテゴリＡに属する学習用画像群$ＩＬ_{A}$およびカテゴリＢに属する学習用画像群$ＩＬ_{B}$を用いて、特徴ベクトルｖ２［Ｉ］＝（$ｎ_{0}$，$ｎ_{1}$，$ｎ_{2}$）に基づいて、識別カテゴリＣａｔ［Ｉ］を出力する処理を示している。入力画像Ｉは、学習用画像群から決定される識別面に対してどちら側にあるかによって、何れかのカテゴリに識別され、図９においては、識別カテゴリＣａｔ［Ｉ］＝Ａが出力される。

[0027] なお、特徴ベクトルｖ２［Ｉ１］およびｖ２［Ｉ２］の間のユークリッド距離を$ｄ_{E}$（Ｉ１，Ｉ２）と表すこととすると、図９の特徴空間においては、

$ｄ_{E}$（Ｉ１，Ｉ２）＝１．４１４

となる。当該ユークリッド距離$ｄ_{E}$（Ｉ１，Ｉ２）は、小さな値であるため、入力画像Ｉ１およびＩ２が近い（類似している）ことを意味する。

[0028] このようにして、画像識別装置１は、入力画像Ｉの領域分割結果Ｓｅｇ［Ｉ］に基づいて、各領域$ｃ_{i}$に割り当てられたブロック画像の数$ｎ_{i}$を要素とするＫ次元の特徴ベクトルｖ２［Ｉ］を求め、当該特徴ベクトルｖ２［Ｉ］に基づいて、入力画像Ｉが属するカテゴリを識別することができる。

[0029] ＝＝＝特徴ベクトルの他の例＝＝＝

上記実施形態では、特徴ベクトルｖ２［Ｉ］として、各領域$ｃ_{i}$に割り当て

られたブロック画像の数n_iを要素とするＫ次元のベクトルを用いている（以下、方法１と称する）が、これに限定されるものではない。方法１では、例えば、図１０に示す入力画像Ｉ３の各n_iは、入力画像Ｉ１と同一になるため、入力画像Ｉ１およびＩ３は、同一カテゴリに属することとなる。しかしながら、例えば、入力画像Ｉ１ないしＩ３が細胞培養装置において培養される細胞塊の画像である場合など、入力画像Ｉ１およびＩ２を同一カテゴリに識別し、入力画像Ｉ３を入力画像Ｉ１およびＩ２とは異なるカテゴリに識別すべき場合がある。

[0030] そこで、特徴ベクトルｖ２［Ｉ］の要素として、n_iに代えて、またはn_iに追加して、隣接する２つのブロック画像のそれぞれが割り当てられた領域ごとの当該隣接箇所の数、すなわち、領域c_iに割り当てられたブロック画像と領域c_jに割り当てられたブロック画像との隣接箇所の数n_{ij}を用いることができる（以下、方法２と称する）。

[0031] ここで、一例として、入力画像Ｉ１の領域分割結果Ｓｅｇ［Ｉ１］において、隣接箇所の数n_{00}、n_{01}、n_{11}は、図１１のように求めることができる。すなわち、領域c_0に割り当てられたブロック画像同士の隣接箇所の数n_{00}は、実線の本数から８となる。また、領域c_0に割り当てられたブロック画像と領域c_1に割り当てられたブロック画像との隣接箇所の数n_{01}は、長破線の本数から２４となる。そして、領域c_1に割り当てられたブロック画像同士の隣接箇所の数n_{11}は、短破線の本数から４７となる。

[0032] 入力画像Ｉ１ないしＩ３において、このように、各n_{ij}（$0 \leqq i \leqq j \leqq 2$）を求めると、図１２のようになる。なお、特徴ベクトルｖ２［Ｉ］は、n_iに代えてn_{ij}のみを要素とする場合には、［Ｋ（Ｋ＋１）／２］次元のベクトルとなり、n_iおよびn_{ij}の両方を要素とする場合には、［Ｋ＋Ｋ（Ｋ＋１）／２］次元のベクトルとなる。

[0033] また、n_iおよびn_{ij}の両方を要素とする各特徴ベクトル間のユークリッド距離を求めると、

d_E（Ｉ１，Ｉ２）＝２８．９８、

d_E（Ｉ１，Ｉ３）＝４４．７７、

d_E（Ｉ２，Ｉ３）＝４７．８３

となる。これらは、方法２では、入力画像Ｉ１およびＩ２が近く（類似し）、入力画像Ｉ３が入力画像Ｉ１およびＩ２から遠い（離れている）ことを意味する。したがって、n_{ij}を要素として含む特徴ベクトルｖ２［Ｉ］に基づいて、入力画像Ｉ１およびＩ２を同一カテゴリに識別し、入力画像Ｉ３を入力画像Ｉ１およびＩ２とは異なるカテゴリに識別することができる。

[0034] なお、図１１および図１２においては、n_{ij}とn_{ji}とを区別せず、n_{ij}（０≦ｉ≦ｊ≦２）のみを用いているが、n_{ij}およびn_{ji}の両方を用いてもよい。この場合、n_{ij}＝n_{ji}となる。また、n_{ij}をさらに隣接方向ごとに細分化し、隣接箇所の数を縦（上下）方向、横（左右）方向、斜め方向ごとに求めた数を特徴ベクトルｖ２［Ｉ］の要素として用いてもよい。

[0035] ＝＝＝特徴ベクトルのさらに他の例＝＝＝

さらに、特徴ベクトルｖ２［Ｉ］の要素として、ブロック画像や隣接箇所の数を直接用いる代わりに、それらの割合や確率を用いてもよい（以下、方法３と称する）。

例えば、各領域c_iに割り当てられたブロック画像の数n_iに代えて、入力画像ＩのＭ×Ｎ個のブロック画像x_nのうち各領域c_iに割り当てられたブロック画像の割合を特徴ベクトルｖ２［Ｉ］の要素として用いることができる。当該割合は、ブロック画像が領域c_iに割り当てられる確率ｐ（c_i）として求めることができ、当該確率ｐ（c_i）は、n_iを用いて、

ｐ（c_i）＝n_i／（Ｍ×Ｎ）

と表すことができる。

[0036] また、例えば、領域c_iに割り当てられたブロック画像と領域c_jに割り当てられたブロック画像との隣接箇所の数n_{ij}に代えて、領域c_iに割り当てられたブロック画像に隣接するブロック画像のうち、領域c_jに割り当てられたブロック画像の割合を特徴ベクトルｖ２［Ｉ］の要素として用いることができる。当該割合は、領域c_iに割り当てられたブロック画像が領域c_jに割り

当てられたブロック画像と隣接する（条件付き）確率ｐ（ｃ$_j$｜ｃ$_i$）として求めることができ、当該確率ｐ（ｃ$_j$｜ｃ$_i$）は、ｎ$_{ij}$（０≦ｉ，ｊ≦２）を用いて、

ｐ（ｃ$_j$｜ｃ$_i$）＝２ｎ$_{ij}$／Ｎ$_i$　（ｉ＝ｊ）、

ｐ（ｃ$_j$｜ｃ$_i$）＝　ｎ$_{ij}$／Ｎ$_i$　（ｉ≠ｊ）

と表すことができる。なお、Ｎ$_i$は、領域ｃ$_i$に割り当てられたブロック画像に隣接するブロック画像の延べ総数であり、

[数5]

$$N_i = 2n_{ii} + \sum_{(i \neq j)} n_{ij}$$

と表すことができる。

[0037] 入力画像Ｉ１ないしＩ３において、このように、各確率ｐ（ｃ$_i$）およびｐ（ｃ$_j$｜ｃ$_i$）を求めると、図１３のようになる。なお、特徴ベクトルｖ２［Ｉ］は、確率ｐ（ｃ$_i$）のみを要素とする場合には、Ｋ次元のベクトルとなり、確率ｐ（ｃ$_j$｜ｃ$_i$）のみを要素とする場合には、Ｋ２次元のベクトルとなり、両方を要素とする場合には、（Ｋ＋Ｋ２）次元のベクトルとなる。

[0038] また、確率ｐ（ｃ$_i$）およびｐ（ｃ$_j$｜ｃ$_i$）の両方を要素とする各特徴ベクトル間のユークリッド距離を求めると、

ｄ$_E$（Ｉ１，Ｉ２）＝０．１６９、

ｄ$_E$（Ｉ１，Ｉ３）＝１．１９８、

ｄ$_E$（Ｉ２，Ｉ３）＝１．１８８

となる。したがって、方法３は、入力画像Ｉ１およびＩ２が近く（類似し）、入力画像Ｉ３が入力画像Ｉ１およびＩ２から遠い（離れている）ことを、方法２の場合より顕著に表すことができる。なお、ｎ$_{ij}$の場合と同様に、確率ｐ（ｃ$_j$｜ｃ$_i$）をさらに隣接方向ごとに細分化し、縦（上下）方向、横（左右）方向、斜め方向ごとに求めた確率を特徴ベクトルｖ２［Ｉ］の要素として用いてもよい。

[0039] 前述したように、画像識別装置１において、入力画像Ｉの領域分割結果Ｓｅｇ［Ｉ］に基づいて、各領域ｃ$_i$に割り当てられたブロック画像の数ｎ$_i$を

要素とする特徴ベクトルｖ２［Ｉ］を求めることによって、当該特徴ベクトルｖ２［Ｉ］に基づいて、識別対象の形状・大きさ・向き・位置などが多様・不定である場合や、識別対象の抽出が困難な場合であっても、入力画像Ｉが属するカテゴリを高精度に識別することができる。なお、n_iに代えて、ブロック画像が領域c_iに割り当てられる確率ｐ（c_i）を特徴ベクトルｖ２［Ｉ］の要素として用いてもよい。

[0040] また、n_iに代えて、またはn_iに追加して、領域c_iに割り当てられたブロック画像と領域c_jに割り当てられたブロック画像との隣接箇所の数n_{ij}を特徴ベクトルｖ２［Ｉ］の要素として用いることによって、細胞塊や雲などの自然現象の入力画像Ｉに対して適切にカテゴリを決定することができる。さらに、確率ｐ（c_i）に代えて、または確率ｐ（c_i）に追加して、領域c_iに割り当てられたブロック画像が領域c_jに割り当てられたブロック画像と隣接する（条件付き）確率ｐ（$c_j | c_i$）を特徴ベクトルｖ２［Ｉ］の要素として用いることによって、細胞塊や雲などの自然現象の入力画像Ｉに対してより適切にカテゴリを決定することができる。

[0041] また、n_{ij}や確率ｐ（$c_j | c_i$）を隣接方向ごとに細分化して求めた数や確率を特徴ベクトルｖ２［Ｉ］の要素として用いることによって、入力画像Ｉが属するカテゴリの識別精度を向上させることができる。

[0042] また、予め用意した学習用ブロック画像群ＩＬのクラスタリング結果から得られたクラスタ属性｛π_k，m_k，C_k｝を記憶部１３に記憶させておくことによって、当該クラスタ属性｛π_k，m_k，C_k｝に基づいて、画像間で領域の対応付けを行うことなく、入力画像Ｉを領域分割することができる。

[0043] また、細胞培養装置において培養される細胞塊の入力画像Ｉが属するカテゴリの識別を特徴ベクトルｖ２［Ｉ］に基づいて行うことによって、形状・大きさ・向き・位置などが多様・不定である細胞塊や、識別対象として抽出することが困難な細胞塊であっても、高精度に識別することができる。

[0044] また、画像識別装置１の第１特徴抽出部１１、領域分割部１２、第２特徴抽出部１４、および識別部１５に相当する機能をコンピュータに実現させる

ためのプログラムにおいて、入力画像Ｉの領域分割結果Ｓｅｇ［Ｉ］に基づいて、n_iまたは確率ｐ（c_i）を要素として含む特徴ベクトルｖ２［Ｉ］を求め、当該特徴ベクトルｖ２［Ｉ］に基づいて入力画像Ｉが属するカテゴリを識別することによって、識別対象の形状・大きさ・向き・位置などが多様・不定である場合や、識別対象の抽出が困難な場合であっても、高精度に識別することができる。

[0045] また、n_{ij}または確率ｐ（c_j｜c_i）を要素として含む特徴ベクトルｖ２［Ｉ］に基づいて入力画像Ｉが属するカテゴリを識別することによって、細胞塊や雲などの自然現象の入力画像Ｉに対して適切にカテゴリを決定することができる。

[0046] なお、上記実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明にはその等価物も含まれる。

符号の説明

[0047]

１	画像識別装置
１１	第１特徴抽出部
１２	領域分割部
１３	記憶部
１４	第２特徴抽出部
１５	識別部

請求の範囲

［請求項1］ 入力画像を所定サイズの複数のブロック画像に分割し、前記複数のブロック画像のそれぞれの特徴量を求める第１特徴抽出部と、

前記特徴量に基づいて、前記複数のブロック画像をＫ個（Ｋは２以上の整数）の領域の何れかにそれぞれ割り当てて、前記入力画像を前記Ｋ個の領域に分割する領域分割部と、

前記領域分割部の領域分割結果に基づいて、前記複数のブロック画像の、それぞれが割り当てられた領域ごとの数、または、前記複数のブロック画像のうち、前記Ｋ個の領域のそれぞれに割り当てられたブロック画像の割合を要素として含む特徴ベクトルを求める第２特徴抽出部と、

前記特徴ベクトルに基づいて、前記入力画像が複数のカテゴリの何れに属するかを識別する識別部と、

を有することを特徴とする画像識別装置。

［請求項2］ 入力画像を所定サイズの複数のブロック画像に分割し、前記複数のブロック画像のそれぞれの特徴量を求める第１特徴抽出部と、

前記特徴量に基づいて、前記複数のブロック画像をＫ個（Ｋは２以上の整数）の領域の何れかにそれぞれ割り当てて、前記入力画像を前記Ｋ個の領域に分割する領域分割部と、

前記領域分割部の領域分割結果に基づいて、前記入力画像において２つのブロック画像が隣接する隣接箇所の、当該２つのブロック画像のそれぞれが割り当てられた領域ごとの数、または、前記Ｋ個の領域のそれぞれに割り当てられたブロック画像に隣接するブロック画像のうち、前記Ｋ個の領域のそれぞれに割り当てられたブロック画像の割合を要素として含む特徴ベクトルを求める第２特徴抽出部と、

前記特徴ベクトルに基づいて、前記入力画像が複数のカテゴリの何れに属するかを識別する識別部と、

を有することを特徴とする画像識別装置。

[請求項3] 前記第２特徴抽出部は、前記領域分割部の領域分割結果に基づいて、前記隣接箇所の、前記２つのブロック画像のそれぞれが割り当てられた領域ごとの数を隣接方向ごとに計数した数、または、前記Ｋ個の領域のそれぞれに割り当てられたブロック画像に隣接するブロック画像のうち、前記Ｋ個の領域のそれぞれに割り当てられたブロック画像の割合を隣接方向ごとに算出した割合を要素として含む前記特徴ベクトルを求めることを特徴とする請求項２に記載の画像識別装置。

[請求項4] 複数の学習用画像をそれぞれ分割した前記複数のブロック画像のそれぞれの前記特徴量に基づいて、前記複数の学習用画像をそれぞれ前記Ｋ個の領域に分割した領域分割結果が記憶されている記憶部をさらに有し、

前記領域分割部は、前記記憶部に記憶されている領域分割結果に基づいて、前記入力画像を前記Ｋ個の領域に分割することを特徴とする請求項１ないし請求項３の何れかに記載の画像識別装置。

[請求項5] 前記入力画像は、細胞培養装置において培養される細胞塊の画像であることを特徴とする請求項１ないし請求項４の何れかに記載の画像識別装置。

[請求項6] 識別対象の入力画像が入力されるコンピュータに、

前記入力画像を所定サイズの複数のブロック画像に分割する機能と、

前記複数のブロック画像のそれぞれの特徴量を求める機能と、

前記特徴量に基づいて、前記複数のブロック画像をＫ個（Ｋは２以上の整数）の領域の何れかにそれぞれ割り当てて、前記入力画像を前記Ｋ個の領域に分割する機能と、

前記入力画像を前記Ｋ個の領域に分割した領域分割結果に基づいて、前記複数のブロック画像の、それぞれが割り当てられた領域ごとの数、または、前記複数のブロック画像のうち、前記Ｋ個の領域のそれぞれに割り当てられたブロック画像の割合を要素として含む特徴ベク

トルを求める機能と、

前記特徴ベクトルに基づいて、前記入力画像が複数のカテゴリの何れに属するかを識別する機能と、

を実現させるためのプログラム。

［請求項7］ 識別対象の入力画像が入力されるコンピュータに、

前記入力画像を所定サイズの複数のブロック画像に分割する機能と、

前記複数のブロック画像のそれぞれの特徴量を求める機能と、

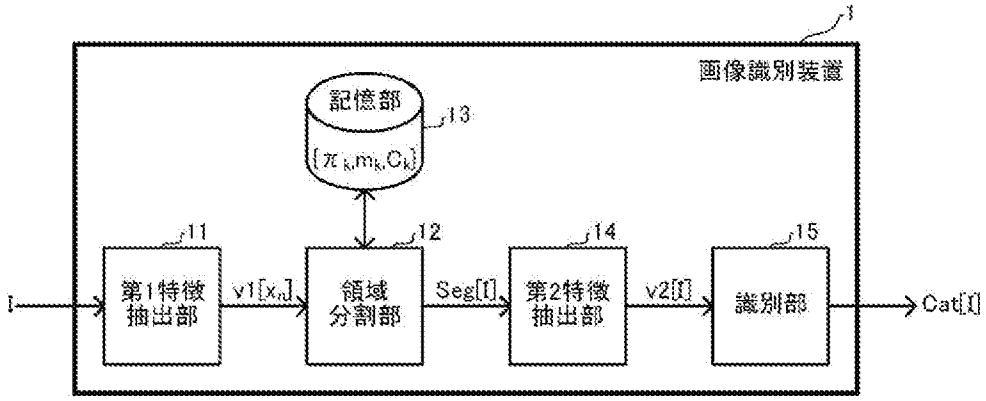
前記特徴量に基づいて、前記複数のブロック画像をＫ個（Ｋは２以上の整数）の領域の何れかにそれぞれ割り当てて、前記入力画像を前記Ｋ個の領域に分割する機能と、

前記入力画像を前記Ｋ個の領域に分割した領域分割結果に基づいて、前記入力画像において２つのブロック画像が隣接する隣接箇所の、当該２つのブロック画像のそれぞれが割り当てられた領域ごとの数、または、前記Ｋ個の領域のそれぞれに割り当てられたブロック画像に隣接するブロック画像のうち、前記Ｋ個の領域のそれぞれに割り当てられたブロック画像の割合を要素として含む特徴ベクトルを求める機能と、

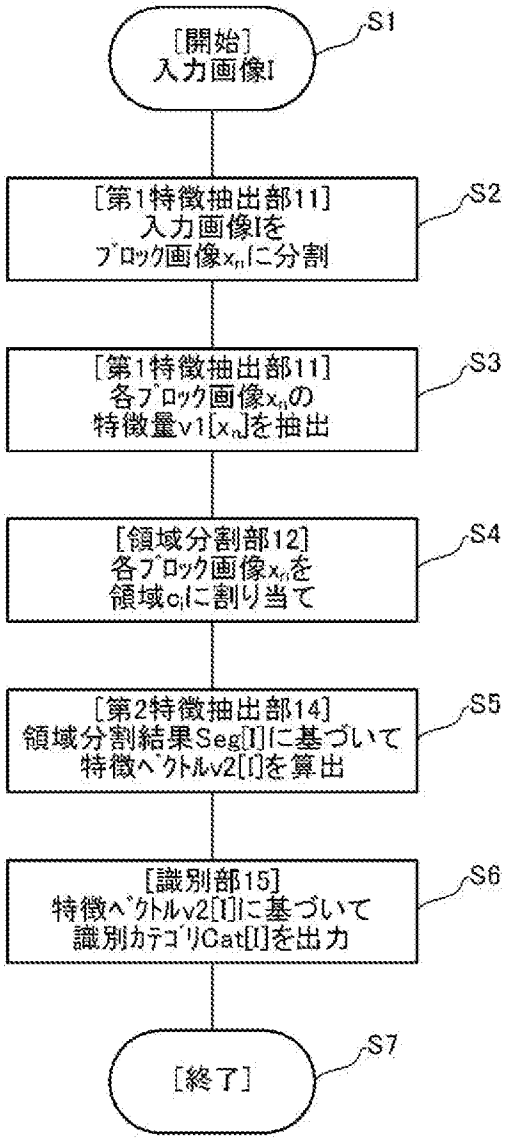
前記特徴ベクトルに基づいて、前記入力画像が複数のカテゴリの何れに属するかを識別する機能と、

を実現させるためのプログラム。

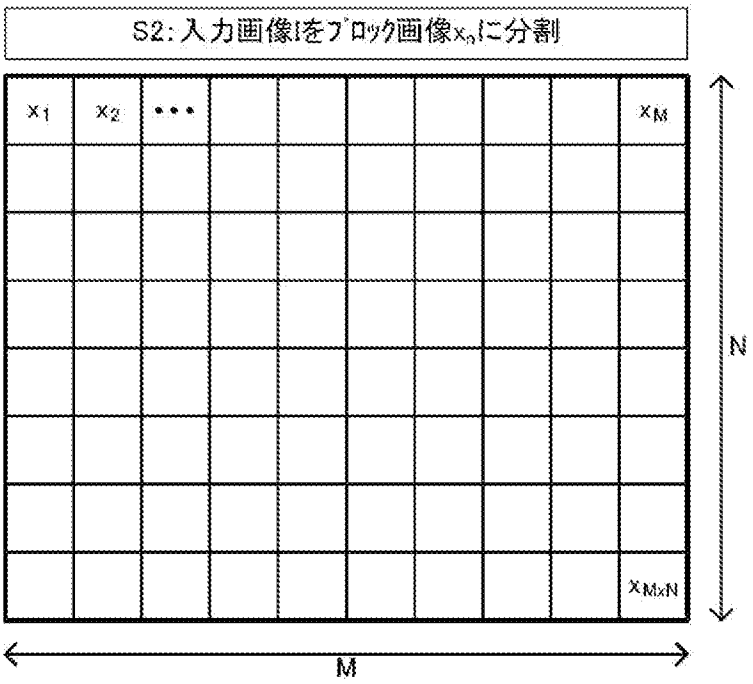
[図1]


1
画像識別装置
記憶部
13
{πk,mk,Ck}
11
12
14
15
I
第1特徴抽出部
v1[xn]
領域分割部
Seg[I]
第2特徴抽出部
v2[I]
識別部
Cat[I]

[図2]


[開始]
入力画像I
S1
[第1特徴抽出部11]
入力画像Iを
ブロック画像xnに分割
S2
[第1特徴抽出部11]
各ブロック画像xnの
特徴量v1[xn]を抽出
S3
[領域分割部12]
各ブロック画像xnを
領域ciに割り当て
S4
[第2特徴抽出部14]
領域分割結果Seg[I]に基づいて
特徴ベクトルv2[I]を算出
S5
[識別部15]
特徴ベクトルv2[I]に基づいて
識別カテゴリCat[I]を出力
S6
[終了]
S7

[図3]

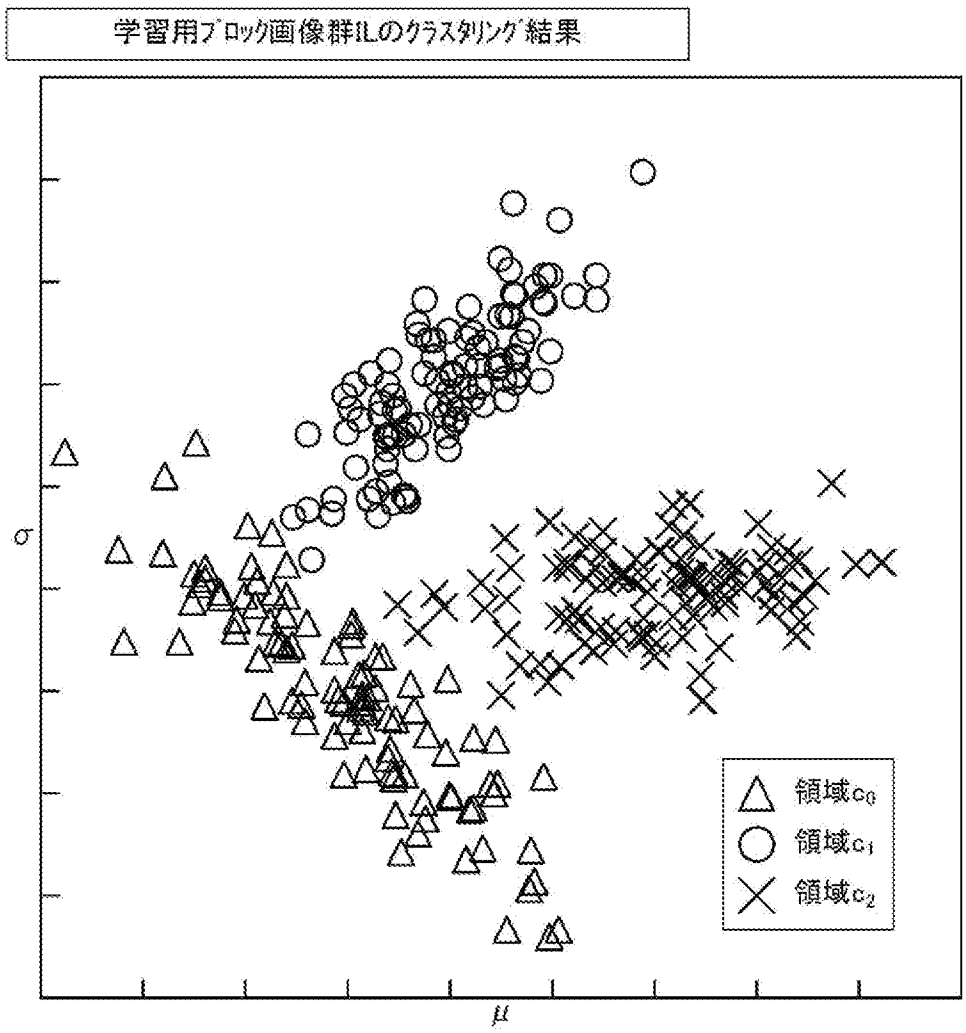


[図4]

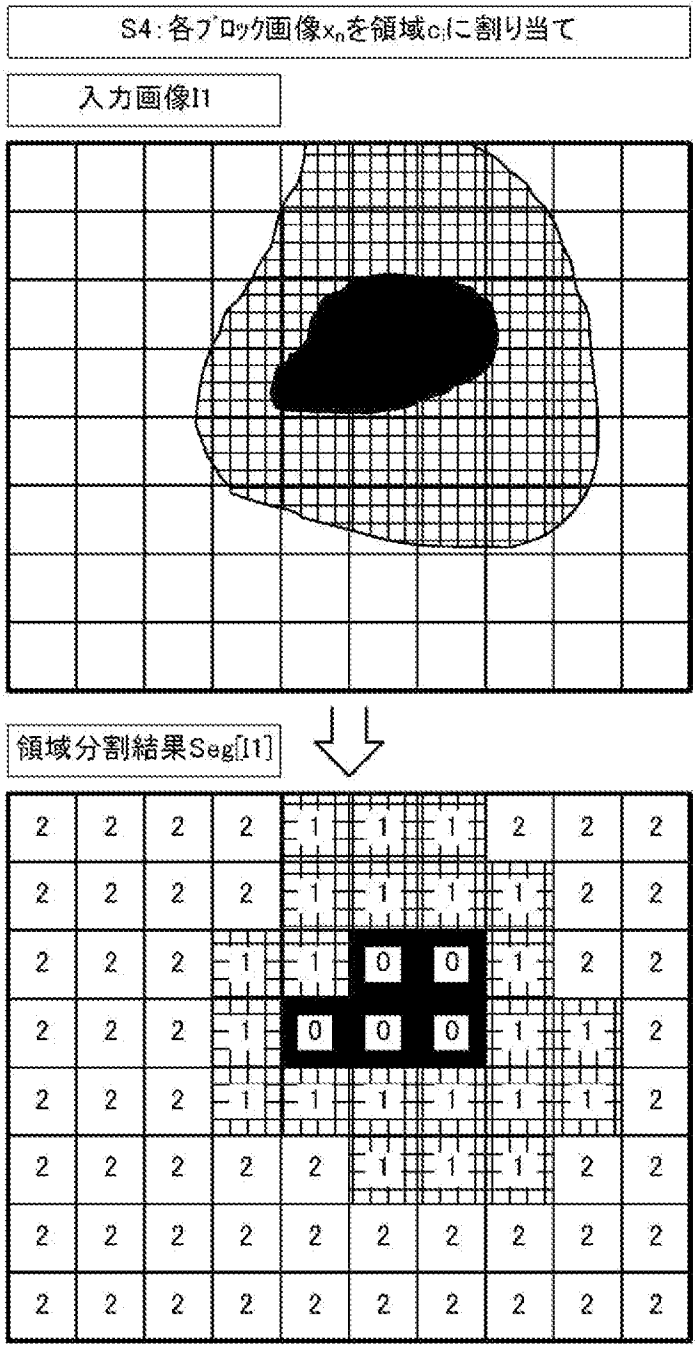
S3: 各ブロック画像x_nの特徴量v1[x_n]を抽出

ブロック画像x_n	特徴量v1[x_n]	
	平均値μ_n	標準偏差σ_n
x_1	μ_1	σ_1
x_2	μ_2	σ_2
⋮	⋮	⋮
x_{MxN}	μ_{MxN}	σ_{MxN}

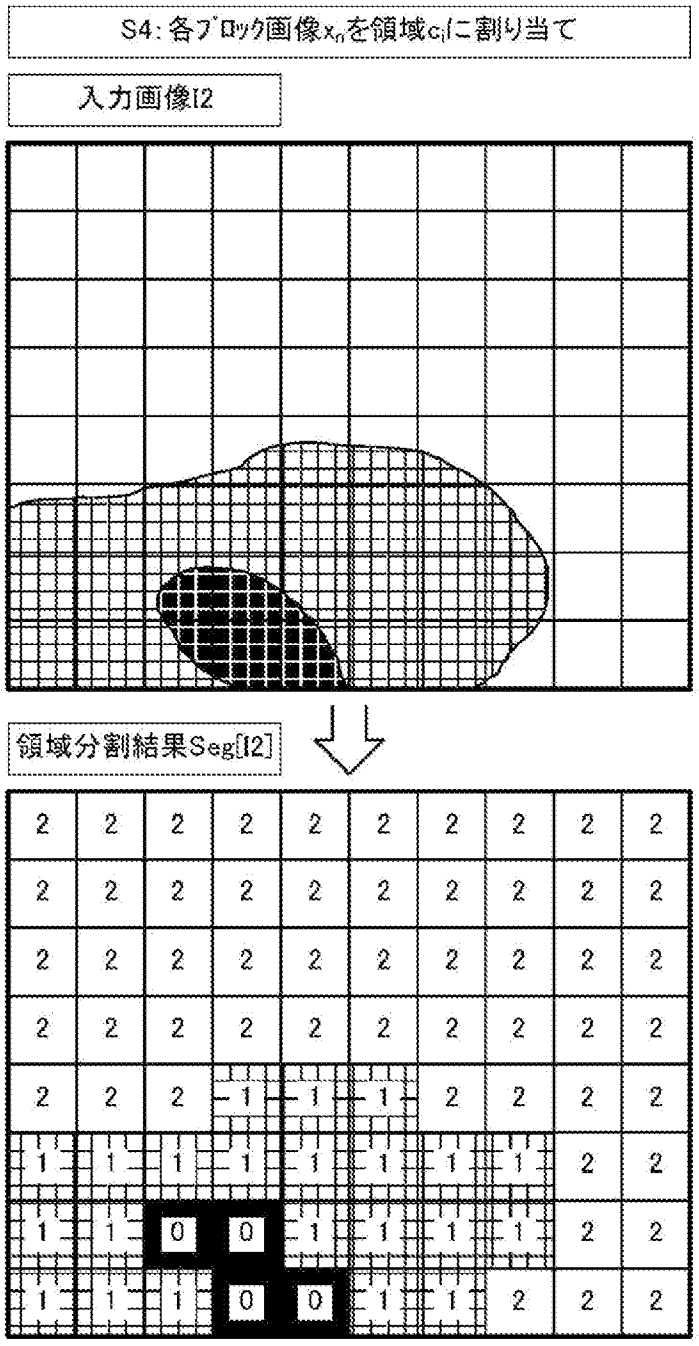
[図5]



[図6]



[図7]

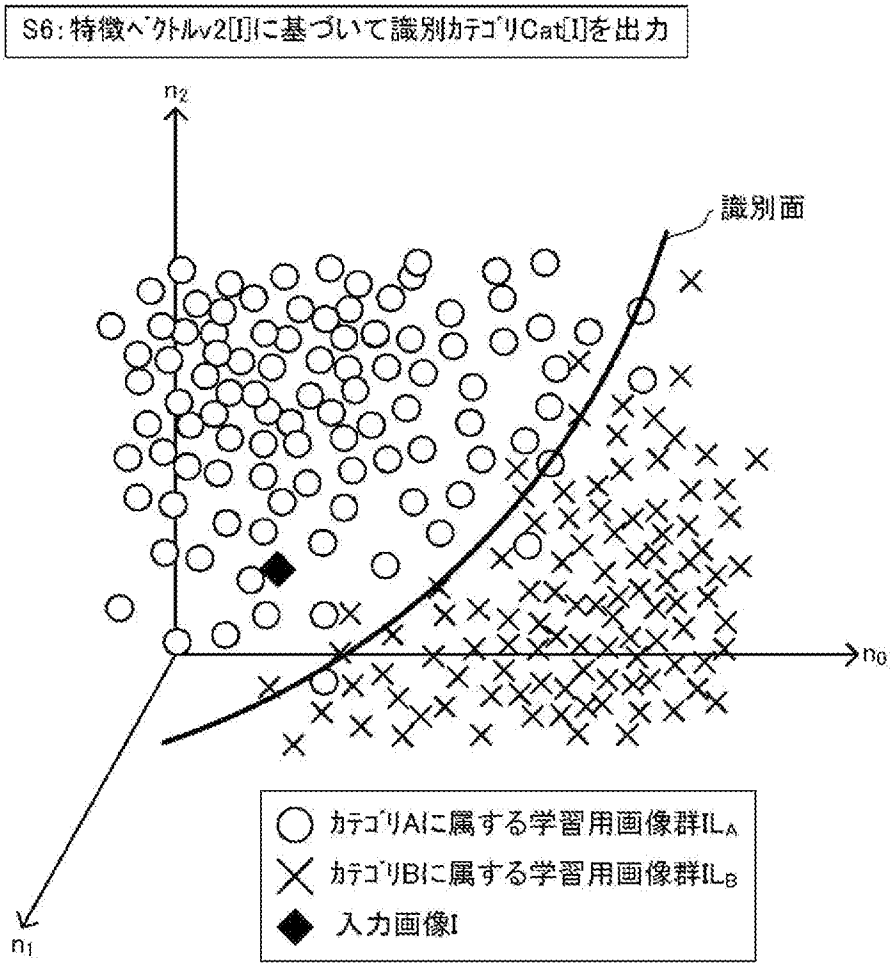


[図8]

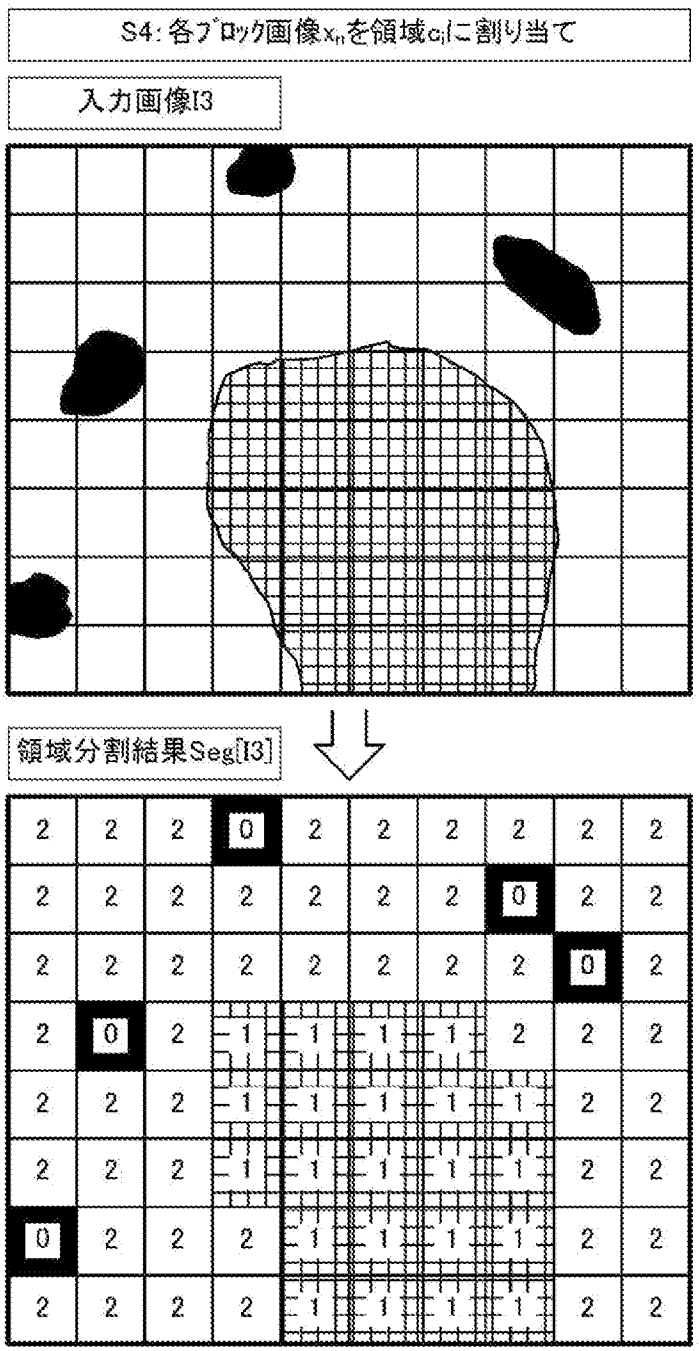
S5:領域分割結果Seg[I]に基づいて特徴ﾍﾞｸﾄﾙv2[I]を算出(方法1)

入力画像I	特徴ﾍﾞｸﾄﾙv2[I]		
	領域c_iに割り当てられたﾌﾞﾛｯｸ画像の数n_i		
	n_0	n_1	n_2
I1	5	22	53
I2	4	22	54

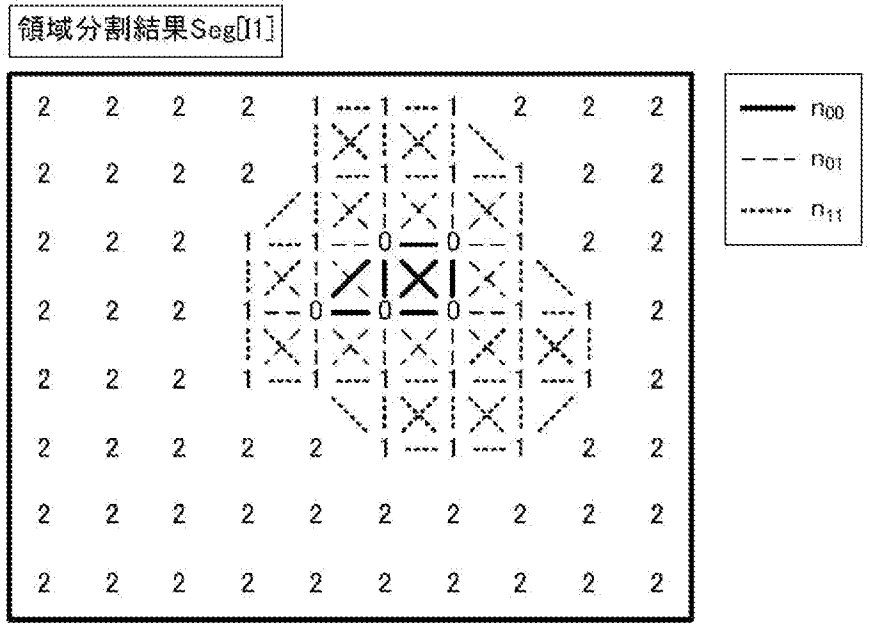
[図9]



[図10]


S4: 各ブロック画像x_nを領域c_iに割り当て
入力画像I3
領域分割結果Seg[I3]
2 2 2 0 2 2 2 2 2 2
2 2 2 2 2 2 2 0 2 2
2 2 2 2 2 2 2 2 0 2
2 0 2 1 1 1 1 2 2 2
2 2 2 1 1 1 1 1 2 2
2 2 2 1 1 1 1 1 2 2
0 2 2 2 1 1 1 1 2 2
2 2 2 2 1 1 1 1 2 2

[図11]

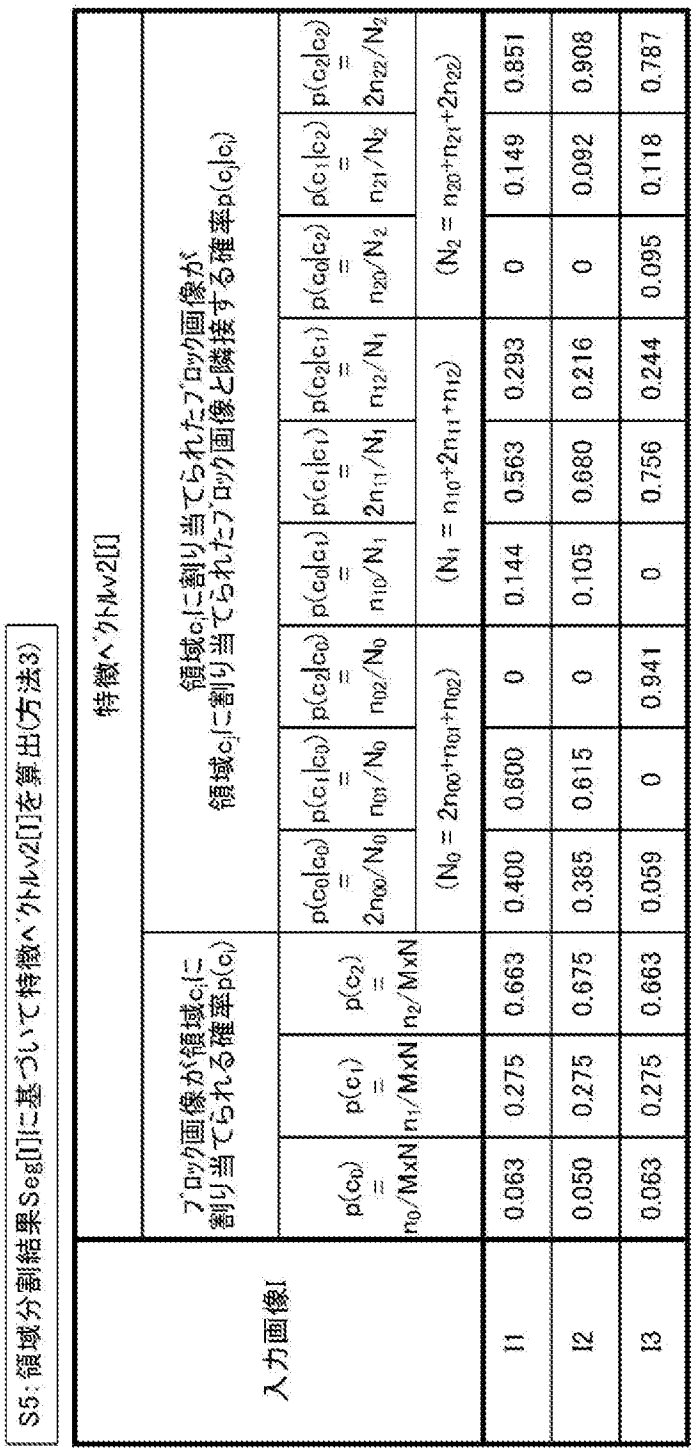


[図12]

S5:領域分割結果Seg[I]に基づいて特徴ベクトルv2[I]を算出(方法2)

入力画像I	特徴ベクトルv2[I]								
	領域c_iに割り当てられたブロック画像の数n_i			領域c_iに割り当てられたブロック画像と領域c_jに割り当てられたブロック画像との隣接箇所の数n_{ij}					
	n_0	n_1	n_2	n_{00}	n_{01}	n_{02}	n_{11}	n_{12}	n_{22}
I1	5	22	53	8	24	0	47	49	140
I2	4	22	54	5	16	0	52	33	162
I3	5	22	53	1	0	32	62	40	133

[図13]


S5：領域分割結果Seg[I]に基づいて特徴ベクトルv2[I]を算出(方法3)
特徴ベクトルv2[I]
入力画像I
ブロック画像がc0に割り当てられる確率p(c0)
ブロック画像がc1に割り当てられる確率p(c1)
ブロック画像がc2に割り当てられる確率p(c2)
領域c0に割り当てられたブロック画像が
領域cjに割り当てられたブロック画像と隣接する確率p(cj|ci)
p(c0|c0) = 2n00/N0
p(c1|c0) = n01/N0
p(c2|c0) = n02/N0
p(c0|c1) = n10/N1
p(c1|c1) = 2n11/N1
p(c2|c1) = n12/N1
p(c0|c2) = n20/N2
p(c1|c2) = n21/N2
p(c2|c2) = 2n22/N2
p(c0) = n0/MxN
p(c1) = n1/MxN
p(c2) = n2/MxN
(N0 = 2n00+n01+n02)
(N1 = n10+2n11+n12)
(N2 = n20+n21+2n22)
I1 0.063 0.275 0.663 0.400 0.600 0 0.144 0.563 0.293 0 0.149 0.851
I2 0.050 0.275 0.675 0.385 0.615 0 0.105 0.680 0.216 0 0.092 0.908
I3 0.063 0.275 0.663 0.059 0 0.941 0 0.756 0.244 0.095 0.118 0.787

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2011/079762

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G06T7/00(2006.01)i, *G06T1/00*(2006.01)i, *G06T7/60*(2006.01)i

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)
G06T7/00, G06T1/00, G06T7/60

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
Y A	JP 2006-166939 A (Olympus Corp.), 29 June 2006 (29.06.2006), paragraphs [0017] to [0026]; fig. 4 & US 2008/0292154 A1 & EP 1842481 A1 & WO 2006/062163 A1 & KR 10-2007-0085875 A & CN 101060806 A	1,4-6 2,3,7
Y	JP 8-180176 A (NEC Corp.), 12 July 1996 (12.07.1996), paragraphs [0016] to [0019]; fig. 1 & US 5781899 A	1,4-6
A	JP 2005-63307 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 10 March 2005 (10.03.2005), claim 16 (Family: none)	1-7

☐ 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
17 January, 2012 (17.01.12)	31 January, 2012 (31.01.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１１／０７９７６２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G06T7/00(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i, G06T7/60(2006.01)i

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））

Int.Cl.　G06T7/00, G06T1/00, G06T7/60

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	１９７１－２０１２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１２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
Y	JP 2006-166939 A（オリンパス株式会社）2006.06.29, 【００１７】－【００２６】,【図４】 & US 2008/0292154 A1 & EP 1842481 A1 & WO 2006/062163 A1 & KR 10-2007-0085875 A & CN 101060806 A	１，４－６
A		２，３，７
Y	JP 8-180176 A（日本電気株式会社）1996.07.12, 【００１６】－【００１９】,【図１】 & US 5781899 A	１，４－６

☑　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矛盾するものではなく、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
１７．０１．２０１２	３１．０１．２０１２

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　5H　３２４７
佐藤　実
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５３１

Ｃ（続き）．　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 2005-63307 A（富士写真フイルム株式会社）2005.03.10, 【請求項１６】（ファミリーなし）	１－７