

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02007/029467

発行日 平成21年3月19日(2009.3.19)

(43) 国際公開日 **平成19年3月15日(2007.3.15)**

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 6/00 (2006.01)	A 6 1 B 6/00 3 5 0 D	4 C 0 9 3
G 0 6 T 1/00 (2006.01)	G 0 6 T 1/00 2 9 0 Z	5 B 0 5 7
G 0 6 T 7/00 (2006.01)	G 0 6 T 7/00 3 5 0 C	5 L 0 9 6

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 36 頁)

出願番号 特願2007-534302 (P2007-534302)	(71) 出願人 303000420 コニカミノルタエムジー株式会社 東京都日野市さくら町1番地
(21) 国際出願番号 PCT/JP2006/316211	
(22) 国際出願日 平成18年8月18日(2006.8.18)	
(31) 優先権主張番号 特願2005-256385 (P2005-256385)	(72) 発明者 石田 隆行 日本国広島県呉市郷原野路の里一丁目29番13号
(32) 優先日 平成17年9月5日(2005.9.5)	(72) 発明者 柳田 亜紀子 日本国東京都新宿区西新宿1丁目26番2号コニカミノルタエムジー株式会社内
(33) 優先権主張国 日本国(JP)	(72) 発明者 川下 郁生 日本国広島県東広島市黒瀬町榎原517-3-204
	(72) 発明者 山本 めぐみ 日本国福岡県福岡市東区高美台3丁目19番11号

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理方法及び画像処理装置

(57) 【要約】

本発明は、高い汎用性及び学習精度を有し、かつ設計の自由度が高い画像処理方法及び画像処理装置を提供する。この画像処理方法及び画像処理装置においては、まず、学習時に、教師入力画像として準備された医用画像に異なる複数の画像処理をそれぞれ施して複数の教師特徴画像を作成する。また、当該医用画像から教師出力画像を作成する。そして、複数の教師特徴画像を含む教師入力画像の同一位置における画素の画素値を識別器20に入力し、識別器20から得られた出力値と、教師出力画像における前記画素位置の画素の画素値との誤差が縮小されるように識別器20の学習を行う。そして、強調時に、処理対象画像から特徴画像を作成し、これら複数の画像の同一位置における画素の画素値を識別器20に入力し、この識別器20から出力された出力値を前記画素位置における画素の画素値として設定した強調画像を出力する。

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

特定パターンを有する教師画像であって、識別器に入力する教師入力画像及び当該教師入力画像に対応する教師出力画像からなる教師画像を用いて、前記特定パターンを前記識別器に学習させる学習工程と、

前記識別器により処理対象画像から前記特定パターンを強調した強調画像を作成する強調工程と、

を含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 2】

前記学習工程では、前記教師入力画像を構成する画素の画素値を前記識別器に入力し、前記教師出力画像を構成する画素の画素値を当該入力に対する識別器の学習目標値として当該識別器の学習を行うことを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の画像処理方法。

10

【請求項 3】

前記教師入力画像には、当該教師入力画像に画像処理を施して作成した複数の教師特徴画像が含まれ、

前記学習工程では、前記複数の教師入力画像のそれぞれにおいて対応する位置に存在する注目画素の画素値を前記識別器へ入力し、前記教師出力画像において前記注目画素に対応する画素の画素値を当該入力に対する識別器の学習目標値とすることを特徴とする請求の範囲第 1 項又は第 2 項に記載の画像処理方法。

20

【請求項 4】

前記教師特徴画像は、異なる画像処理により複数作成されることを特徴とする請求の範囲第 3 項に記載の画像処理方法。

【請求項 5】

前記強調工程では、処理対象画像に異なる画像処理を施して特徴画像を複数作成し、この複数の特徴画像を含む処理対象画像のそれぞれにおいて対応する位置にある注目画素の画素値を前記識別器に入力し、この入力値から当該識別器により出力された出力値を、前記注目画素に対応する画素の画素値として強調画像を構成することを特徴とする請求の範囲第 4 項に記載の画像処理方法。

【請求項 6】

前記教師出力画像は、前記教師入力画像を加工して作成された画像であることを特徴とする請求の範囲第 1 項乃至第 5 項の何れか一項に記載の画像処理方法。

30

【請求項 7】

前記教師出力画像は、前記特定パターンを関数化したパターンデータであることを特徴とする請求の範囲第 1 項乃至第 5 項の何れか一項に記載の画像処理方法。

【請求項 8】

前記教師出力画像の画素値は、連続値であることを特徴とする請求の範囲第 6 項又は第 7 項に記載の画像処理方法。

【請求項 9】

前記教師出力画像の画素値は、離散値であることを特徴とする請求の範囲第 6 項又は第 7 項に記載の画像処理方法。

40

【請求項 10】

前記学習工程では、前記教師特徴画像に施す画像処理の特性によって各教師特徴画像をグループ化し、当該グループに応じて前記識別器の学習を行うことを特徴とする請求の範囲第 3 項乃至第 5 項の何れか一項に記載の画像処理方法。

【請求項 11】

前記教師画像は、医用画像であることを特徴とする請求の範囲第 1 項乃至第 10 項の何れか一項に記載の画像処理方法。

【請求項 12】

前記教師画像は、医用画像から部分的に抽出された部分画像であることを特徴とする請求の範囲第 11 項に記載の画像処理方法。

50

【請求項 13】

前記特定パターンは、異常陰影を示すパターンであることを特徴とする請求の範囲第1項又は第12項に記載の画像処理方法。

【請求項 14】

前記強調画像を用いて異常陰影候補の検出処理を施す検出工程を含むことを特徴とする請求の範囲第1項乃至第13項の何れか一項に記載の画像処理方法。

【請求項 15】

特定パターンを有する教師画像であって、識別器に入力する教師入力画像及び当該教師入力画像に対応する教師出力画像からなる教師画像を用いて、前記特定パターンを前記識別器に学習させる学習手段と、

前記識別器により処理対象画像から前記特定パターンを強調した強調画像を作成する強調手段と、

を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 16】

前記学習手段は、前記教師入力画像を構成する画素の画素値を前記識別器に入力し、前記教師出力画像を構成する画素の画素値を当該入力に対する識別器の学習目標値として当該識別器の学習を行うことを特徴とする請求の範囲第15項に記載の画像処理装置。

【請求項 17】

前記教師入力画像には、当該教師入力画像に画像処理を施して作成した複数の教師特徴画像が含まれ、

前記学習手段は、前記複数の教師入力画像のそれぞれにおいて対応する位置に存在する注目画素の画素値を前記識別器へ入力し、前記教師出力画像において前記注目画素に対応する画素の画素値を当該入力に対する識別器の学習目標値とすることを特徴とする請求の範囲第15項又は第16項に記載の画像処理装置。

【請求項 18】

前記教師特徴画像は、異なる画像処理により複数作成されることを特徴とする請求の範囲第17項に記載の画像処理装置。

【請求項 19】

前記強調手段は、処理対象画像に異なる画像処理を施して特徴画像を複数作成し、この複数の特徴画像を含む処理対象画像のそれぞれにおいて対応する位置にある注目画素の画素値を前記識別器に入力し、この入力値から当該識別器により出力された出力値を、前記注目画素に対応する画素の画素値として強調画像を構成することを特徴とする請求の範囲第18項に記載の画像処理装置。

【請求項 20】

前記教師出力画像は、前記教師入力画像を加工して作成された画像であることを特徴とする請求の範囲第15項乃至第19項の何れか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 21】

前記教師出力画像は、前記教師入力画像に含まれる特定パターンを関数化したパターンデータであることを特徴とする請求の範囲第15項乃至第19項の何れか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 22】

前記教師出力画像の画素値は、連続値であることを特徴とする請求の範囲第20項又は第21項に記載の画像処理装置。

【請求項 23】

前記教師出力画像の画素値は、離散値であることを特徴とする請求の範囲第20項又は第21項に記載の画像処理装置。

【請求項 24】

前記学習手段は、前記教師特徴画像に施す画像処理の特性によって各教師特徴画像をグループ化し、当該グループに応じて前記識別器の学習を行うことを特徴とする請求の範囲第17項乃至第19項の何れか一項に記載の画像処理装置。

10

20

30

40

50

【請求項 25】

前記教師画像は、医用画像であることを特徴とする請求の範囲第15項乃至第24項の何れか一項に記載の画像処理装置。

【請求項 26】

前記教師画像は、医用画像から部分的に抽出された部分画像であることを特徴とする請求の範囲第25項に記載の画像処理装置。

【請求項 27】

前記特定パターンは、異常陰影を示すパターンであることを特徴とする請求の範囲第25項又は第26項に記載の画像処理装置。

【請求項 28】

前記強調画像を用いて異常陰影候補の検出処理を施す異常陰影候補検出手段を備えることを特徴とする請求の範囲第15項乃至第27項の何れか一項に記載の画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、入力画像から特定パターンを強調した出力画像を出力する画像処理方法及び画像処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、人工ニューラルネットワーク（以下、ANNと略す）やサポートベクトルマシン等のように、教師データと呼ばれる学習用のサンプルデータを用いて特徴的な形状や模様、色彩、濃度、大きさ等を有する特定パターンを学習させた識別器により、パターン認識を行う手法がある。

【0003】

この手法を利用して、医療の分野では検査撮影により得られた医用画像から病変部分の陰影（これを異常陰影という）と予想される画像領域をパターン認識し、異常陰影の候補領域として検出する装置が開発されている。この装置は、CAD（Computer Aided Diagnosis；コンピュータ診断支援装置）と呼ばれている。

【0004】

通常、例えばANNの識別器によりパターン認識を行う場合、検出させたい異常陰影のパターン画像を準備して、その異常陰影の画像領域における平均画素値や分散値等の統計量、或いはサイズや円形度等の形状特徴量からなる画像特徴量を教師データとしてANNに入力し、その異常陰影画像の特徴に近いパターンであれば1に近い出力値を出力するようにANNを学習させる。同様に、正常組織の陰影（これを正常陰影という）のパターン画像を用いてその正常陰影画像の特徴に近いパターンであれば0に近い出力値を出力するようにANNを学習させる。これにより、検出対象の画像についての画像特徴量を前記ANNに入力させると、その画像特徴量から0～1の出力値が得られ、この出力値が1に近ければ異常陰影である可能性が高く、0に近ければ正常陰影である可能性が高いという結果が得られる。従来、CADではこのような方法により得られた出力値に基づいて異常陰影候補を検出していた。

【0005】

しかしながら、上記の方法では、1つの教師画像（入力値）に1つの出力値が対応し、この出力値は学習させた特定パターンの特徴に強く依存するため、未学習データに対する識別性能は低く、検出精度を高めるためには多数の特定パターンの学習が必要であった。

【0006】

このような問題点に対し、パターン認識対象の画像をある領域毎に区切ってその領域内の各画素の画素値を入力値として入力し、特定パターンらしさを示す「0～1」の連続値を、その領域の中心に位置する注目画素の画素値として出力するANNの手法が開発されている（例えば、特許文献1、2参照）。この手法では、ある画素についてその周辺画素の情報を用いて特定パターンを構成する画素の特徴と比較され、特定パターンを構成する

10

20

30

40

50

画素の特徴に近ければ「1」に近い値を、そうでなければ「0」に近い値を出力するようANNの学習が行われる。すなわち、ANNからの出力値により特定パターンが強調された画像が構成される。

【0007】

この手法によれば、ある注目画素についてその周辺領域の情報（画素値）も含めて特定パターンの学習を行っているため、1つの教師画像から多数の入力値、多数の出力値を得ることができる。よって、少数の教師画像で高精度のパターン認識が可能となる。また、識別器への入力する情報量が増えるため、学習精度が向上する。

【特許文献1】米国特許第6819790号明細書

【特許文献2】米国特許第6754380号明細書

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上記特許文献1、2に記載の方法では、識別器における解析的要素が少なく、識別器から得られる出力値が入力値からどのような影響を受けて出力されたのか、その経緯はブラックボックス性が高く理論的な解析が困難である。そのため、CADのアルゴリズムとして採用する等、実用化に向けて利用するには設計の自由度の点で制限を受ける可能性がある。

【0009】

そこで本発明は、上述の課題を鑑みてなされたものであって、高い汎用性及び学習精度を有し、かつ設計の自由度が高い画像処理方法及び画像処理装置の提供を目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の上記目的は、下記構成により達成された。

【0011】

(1)に記載の発明は、画像処理方法において、特定パターンを有する教師画像であって、識別器に入力する教師入力画像及び当該教師入力画像に対応する教師出力画像からなる教師画像を用いて、前記特定パターンを前記識別器に学習させる学習工程と、前記識別器により処理対象画像から前記特定パターンを強調した強調画像を作成する強調工程と、を含むことを特徴とする。

30

【0012】

(2)に記載の発明は、(1)に記載の画像処理方法において、前記学習工程では、前記教師入力画像を構成する画素の画素値を前記識別器に入力し、前記教師出力画像を構成する画素の画素値を当該入力に対する識別器の学習目標値として当該識別器の学習を行うことを特徴とする。

【0013】

(3)に記載の発明は、(1)又は(2)に記載の画像処理方法において、前記教師入力画像には、当該教師入力画像に画像処理を施して作成した複数の教師特徴画像が含まれ、前記学習工程では、前記複数の教師入力画像のそれぞれにおいて対応する位置に存在する注目画素の画素値を前記識別器へ入力し、前記教師出力画像において前記注目画素に対応する画素の画素値を当該入力に対する識別器の学習目標値とすることを特徴とする。

40

【0014】

(4)に記載の発明は、(3)に記載の画像処理方法において、前記教師特徴画像は、異なる画像処理により複数作成されることを特徴とする。

【0015】

(5)に記載の発明は、(4)に記載の画像処理方法において、前記強調工程では、処理対象画像に異なる画像処理を施して特徴画像を複数作成し、この複数の特徴画像を含む処理対象画像のそれぞれにおいて対応する位置にある注目画素の画素値を前記識別器に入力し、この入力値から当該識別器により出力された出力値を、前記注目画素に対応する画素の画素値として強調画像を構成することを特徴とする。

50

【0016】

(6)に記載の発明は、(1)乃至(5)の何れか1つに記載の画像処理方法において、前記教師出力画像は、前記教師入力画像を加工して作成された画像であることを特徴とする。

【0017】

(7)に記載の発明は、(1)乃至(5)の何れか1つに記載の画像処理方法において、前記教師出力画像は、前記特定パターンを関数化したパターンデータであることを特徴とする。

【0018】

(8)に記載の発明は、(6)又は(7)に記載の画像処理方法において、前記教師出力画像の画素値は、連続値であることを特徴とする。

10

【0019】

(9)に記載の発明は、(6)又は(7)に記載の画像処理方法において、前記教師出力画像の画素値は、離散値であることを特徴とする。

【0020】

(10)に記載の発明は、(3)乃至(5)の何れか1つに記載の画像処理方法において、前記学習工程では、前記教師特徴画像に施す画像処理の特性によって各教師特徴画像をグループ化し、当該グループに応じて前記識別器の学習を行うことを特徴とする。

【0021】

(11)に記載の発明は、(1)乃至(10)の何れか1つに記載の画像処理方法において、前記教師画像は、医用画像であることを特徴とする。

20

【0022】

(12)に記載の発明は、(11)に記載の画像処理方法において、前記教師画像は、医用画像から部分的に抽出された部分画像であることを特徴とする。

【0023】

(13)に記載の発明は、(11)又は(12)に記載の画像処理方法において、前記特定パターンは、異常陰影を示すパターンであることを特徴とする。

【0024】

(14)に記載の発明は、(1)乃至(13)の何れか1つに記載の画像処理方法において、前記強調画像を用いて異常陰影候補の検出処理を施す検出工程を含むことを特徴とする。

30

【0025】

(15)に記載の発明は、画像処理装置において、特定パターンを有する教師画像であって、識別器に入力する教師入力画像及び当該教師入力画像に対応する教師出力画像からなる教師画像を用いて、前記特定パターンを前記識別器に学習させる学習手段と、前記識別器により処理対象画像から前記特定パターンを強調した強調画像を作成する強調手段と、を備えることを特徴とする。

【0026】

(16)に記載の発明は、(15)に記載の画像処理装置において、前記学習手段は、前記教師入力画像を構成する画素の画素値を前記識別器に入力し、前記教師出力画像を構成する画素の画素値を当該入力に対する識別器の学習目標値として当該識別器の学習を行うことを特徴とする。

40

【0027】

(17)に記載の発明は、(15)又は(16)に記載の画像処理装置において、前記教師入力画像には、当該教師入力画像に画像処理を施して作成した複数の教師特徴画像が含まれ、前記学習手段は、前記複数の教師入力画像のそれぞれにおいて対応する位置に存在する注目画素の画素値を前記識別器へ入力し、前記教師出力画像において前記注目画素に対応する画素の画素値を当該入力に対する識別器の学習目標値とすることを特徴とする。

【0028】

50

(18)に記載の発明は、(17)に記載の画像処理装置において、前記教師特徴画像は、異なる画像処理により複数作成されることを特徴とする。

【0029】

(19)に記載の発明は、(18)に記載の画像処理装置において、前記強調手段は、処理対象画像に異なる画像処理を施して特徴画像を複数作成し、この複数の特徴画像を含む処理対象画像のそれぞれにおいて対応する位置にある注目画素の画素値を前記識別器に入力し、この入力値から当該識別器により出力された出力値を、前記注目画素に対応する画素の画素値として強調画像を構成することを特徴とする。

【0030】

(20)に記載の発明は、(15)乃至(19)の何れか1つに記載の画像処理装置において、前記教師出力画像は、前記教師入力画像を加工して作成された画像であることを特徴とする。

【0031】

(21)に記載の発明は、(15)乃至(19)の何れか1つに記載の画像処理装置において、前記教師出力画像は、前記教師入力画像に含まれる特定パターンを関数化したパターンデータであることを特徴とする。

【0032】

(22)に記載の発明は、(20)又は(21)に記載の画像処理装置において、前記教師出力画像の画素値は、連続値であることを特徴とする。

【0033】

(23)に記載の発明は、(20)又は(21)に記載の画像処理装置において、前記教師出力画像の画素値は、離散値であることを特徴とする。

【0034】

(24)に記載の発明は、(17)乃至(19)の何れか1つに記載の画像処理装置において、前記学習手段は、前記教師特徴画像に施す画像処理の特性によって各教師特徴画像をグループ化し、当該グループに応じて前記識別器の学習を行うことを特徴とする。

【0035】

(25)に記載の発明は、(15)乃至(24)の何れか1つに記載の画像処理装置において、前記教師画像は、医用画像であることを特徴とする。

【0036】

(26)に記載の発明は、(25)に記載の画像処理装置において、前記教師画像は、医用画像から部分的に抽出された部分画像であることを特徴とする。

【0037】

(27)に記載の発明は、(25)又は(26)に記載の画像処理装置において、前記特定パターンは、異常陰影を示すパターンであることを特徴とする。

【0038】

(28)に記載の発明は、(15)～(27)の何れか1つに記載の画像処理装置において、前記強調画像を用いて異常陰影候補の検出処理を施す異常陰影候補検出手段を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0039】

(1)乃至(5)、(15)乃至(19)に記載の発明によれば、1つの教師入力画像から多くの入力値(教師特徴画像の画素値)及びそれに対する出力値(教師出力画像の画素値)を得ることができる。また、入力値は様々な特徴を持つため、多面的なパターン認識を行うことができる。よって、少ない教師データ数で識別器の学習精度を向上させ、識別器におけるパターン認識能を向上させることができる。また、このような識別器により特定パターンが強調された強調画像を出力することができ、当該強調画像により特定パターンの検出が容易となる。さらに、用いる教師特徴画像を意図的に選択することにより識別器のパターン認識の精度を調整することができ、設計の自由度が高い。

【0040】

10

20

30

40

50

(6)乃至(9)、(20)乃至(23)に記載の発明によれば、強調したい特定パターンに応じて教師出力画像を意図的に作成することができ、識別器の設計の自由度を向上させることができる。

【0041】

(10)、(24)に記載の発明によれば、特定パターンのパターン認識に適した画像処理のグループに応じて識別器の学習方法等を意図的に調整することができ、特定パターンに対する感度が高い識別器を構築することが可能となる。

【0042】

(11)乃至(14)、(25)乃至(28)に記載の発明によれば、異常陰影パターンを強調した強調画像により医師の異常陰影の検出作業を支援することができる。また、異常陰影候補の検出処理に強調画像を使用する場合、予め強調画像により偽陽性候補の削除を行うことができ、検出精度の向上を図ることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】本実施形態における画像処理装置の機能的構成を示す図である。

【図2】画像処理装置により実行される学習処理を説明するフローチャートである。

【図3】教師特徴画像の一例を示す図である。

【図4】教師入力画像及び教師出力画像の一例を示す図である。

【図5】識別器の学習を説明するための図である。

【図6】教師入力画像の正規化値をプロットした図である。

20

【図7】教師出力画像の他の例を示す図である。

【図8】画像処理装置により実行される強調処理を説明するフローチャートである。

【図9】識別器により処理対象画像から強調画像を作成する例を示す図である。

【図10】強調画像の一例を示す図である。

【図11】強調画像の一例を示す図である。

【図12】強調画像の一例を示す図である。

【図13】強調画像の一例を示す図である。

【図14】識別器の他の構成例を示す図である。

【図15】グループ学習によるパターン強調を説明する図である。

【図16】全画像学習及びグループ学習による強調処理結果を比較した図である。

30

【符号の説明】

【0044】

10 画像処理装置

11 制御部

12 操作部

13 表示部

14 通信部

15 記憶部

16 画像処理部

17 異常陰影候補検出部

18 学習データメモリ

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0045】

本実施形態では、識別器により医用画像から特定パターンとして異常陰影パターンを認識し、これを強調した強調画像を出力する例を説明する。ここで、特定パターンとは、特徴的な形状、模様、大きさ、色彩、濃度等を有する画像をいう。

【0046】

まず、構成を説明する。

【0047】

図1に、本発明を適用した画像処理装置10の装置構成を示す。

50

【 0 0 4 8 】

この画像処理装置 10 は、検査撮影により得られた医用画像から異常陰影パターンを強調した強調画像を生成するとともに、当該強調画像から異常陰影の候補領域を検出するものである。

【 0 0 4 9 】

ここで、異常陰影パターンとは医用画像上に現れる病変部分の画像をいう。異常陰影はその医用画像の種類や病変種によって画像の現れ方が異なるが、例えば肺癌の所見となるものの一種である小結節の場合、胸部 X 線画像上では低濃度（白い）である程度の大きさを持った略円形の陰影パターンで現れる。このように、異常陰影パターンは特徴的な形状、大きさ、濃度分布等を有していることが多く、このような特徴を元に他の画像領域と識別できることが多い。

10

【 0 0 5 0 】

なお、この画像処理装置 10 を、医用画像を生成する画像生成装置や医用画像を保存・管理するサーバ、医師の読影に付するため、サーバに保存された医用画像を取り寄せて表示手段上に表示する読影端末等、各種装置がネットワークを介して接続された医用画像システムに設けることとしてもよい。また、本実施形態では画像処理装置 10 単体で本発明を実現する例を説明するが、画像処理装置 10 における機能を上記医用画像システムの各構成装置に分散させて医用画像システム全体で本発明を実現することとしてもよい。

【 0 0 5 1 】

以下、画像処理装置 10 について詳細に説明する。

20

【 0 0 5 2 】

画像処理装置 10 は、図 1 に示すように、制御部 11、操作部 12、表示部 13、通信部 14、記憶部 15、画像処理部 16、異常陰影候補検出部 17、学習データメモリ 18 を備えて構成されている。

【 0 0 5 3 】

制御部 11 は、CPU (Central Processing Unit)、RAM (Random Access Memory) 等を備えて構成されており、記憶部 15 に格納されている各種制御プログラムを読み出して各種演算を行うとともに、各部 12 ~ 18 における処理動作を統括的に制御する。

【 0 0 5 4 】

操作部 12 は、キーボードやマウス等を備え、オペレータによりこれらが操作されると、その操作に応じた操作信号を生成して制御部 11 に出力する。なお、表示部 13 におけるディスプレイと一体に構成したタッチパネルを備えることとしてもよい。

30

【 0 0 5 5 】

表示部 13 は、LCD (Liquid Crystal Display) 等の表示手段を備え、制御部 11 からの指示に応じてこの表示手段上に、各種操作画面や、医用画像及びその強調画像等、様々な表示情報を表示させる。

【 0 0 5 6 】

通信部 14 は、通信用のインターフェイスを備え、ネットワーク上の外部装置と情報の送受信を行う。例えば、通信部 14 は画像生成装置から生成された医用画像を受信する、画像処理装置 10 において作成された強調画像を読影端末に送信する等の通信動作を行う。

40

【 0 0 5 7 】

記憶部 15 は、制御部 11 において用いられる制御プログラム、画像処理装置 16 において用いられる学習処理、強調処理、異常陰影候補検出部 17 において用いられる異常陰影候補検出処理等の各種処理プログラムの他、各プログラムの実行に必要なパラメータやその処理結果等のデータが記憶されている。

【 0 0 5 8 】

画像処理部 16 は、記憶部 15 に格納されている処理プログラムとの協働により、処理対象画像に各種画像処理（階調変換処理、鮮鋭性調整処理、ダイナミックレンジ圧縮処理

50

等)を施す。また、画像処理部16は識別器20を有しており、後述する学習処理及び強調処理を実行し、学習処理により当該識別器20に特定パターンを学習させ、学習を行った識別器20により強調処理において処理対象画像から強調画像を作成する。

【0059】

異常陰影候補検出部17は、処理対象画像に対して異常陰影候補検出処理を実行し、その検出結果を出力する。なお、処理対象画像として、強調処理により生成される強調画像を用いてもよいし、未処理の医用画像を用いてもよい。

【0060】

異常陰影候補検出部17の処理対象画像として強調画像を用いる場合は、強調画像において異常陰影が選択的に強調されているので、異常陰影候補検出処理のアルゴリズムとして、一般に知られている閾値処理やラベリング処理等の比較的単純な画像処理手法を組み合わせる用いることが可能である。また、検出目的の異常陰影種に応じて公知のアルゴリズムを任意に選択してもよい。例えば、乳房部位を撮影した乳房画像においては、腫瘍や微小石灰化クラスタといった異常陰影の検出が行われるが、腫瘍の場合、その陰影パターンは円形状で中心に向かって濃度が緩やかに低下するガウス分布状の濃度変化を有する。よって、このような濃度特性に基づいてモルフォロジーフィルタ等により乳房画像から腫瘍の異常陰影パターンを検出する。一方、微小石灰化クラスタは、乳房画像上では略円錐形状の濃度変化を有する低濃度の陰影が集まって(クラスタ化して)現れるので、この濃度特性を有する異常陰影パターンを検出するため、3重リングフィルタ等が適用される。

10

【0061】

一例として、3重リングフィルタについて説明すると、3重リングフィルタは、濃度変化が理想的な円錐形状を示す場合の濃度勾配の強度成分及び方向成分が予め決定された3つのリングフィルタから構成される。まず、ある注目画素周辺において、各リングフィルタのそれぞれの領域上の画素値から濃度勾配の強度成分及び方向成分の代表値を求める。そして、その代表値と各リングフィルタに予め決定されている濃度勾配の強度成分及び方向成分との差に基づいて、円錐形状に近い濃度変化を有する画像領域を候補領域として検出する。

20

【0062】

学習データメモリ18は、上記識別器20の学習に必要な教師データを記憶するメモリである。教師データとは、識別器20に特定パターンを学習させるためのデータをいう。本実施形態では、教師データとして異常陰影パターンを含む教師画像を用いる。教師画像は学習訓練用に識別器20に入力される教師入力画像及び当該教師入力画像に対応する教師出力画像からなる。これら各教師画像については、識別器20の学習方法とともに後述する。

30

【0063】

次に、上記画像処理装置10の動作について説明する。

【0064】

まず、図2を参照して、識別器20を構築する学習処理について説明する。この学習処理は、画像処理部16が記憶部15に記憶される学習処理プログラムを読み込むことにより実行される処理である。

40

【0065】

なお、以下の説明では識別器20として、ANNを適用した例を説明する。また、説明の前提として、予め学習用に異常陰影パターンを含む医用画像が準備されており、学習データメモリ18に教師画像として記憶しておくこととする。

【0066】

図2に示す学習処理では、まず教師データとして用いる医用画像の入力が行われる(ステップA1)。具体的には、画像処理部16において、学習データメモリ18に記憶されていた医用画像(教師画像)の読み込みが行われる。

【0067】

次いで、入力医用画像から学習させたい特定パターン、つまり異常陰影パターンを含む

50

一部の画像領域の抽出が行われる（ステップA2）。以下、この部分的に抽出された画像を部分画像という。部分画像の抽出は、医師が教師画像を読影し、目視で異常陰影パターンを含む領域を判断して当該領域を操作部12により指定操作する構成とし、画像処理装置10ではこの指定操作に応じて教師画像から指定された領域に対応する領域の画像を抽出する。なお、部分画像は一つの教師画像から複数抽出することが可能である。

【0068】

次いで、この部分画像に対し、異なる複数種類の画像処理が施され、教師特徴画像が作成される（ステップA3）。作成された教師特徴画像は学習データメモリ18に記憶される。この教師特徴画像は、教師入力画像として用いられるものである。すなわち、教師入力画像には、学習用に準備された元々の医用画像（以下、教師特徴画像と区別するため、原画像という）と、教師特徴画像とが含まれる。この原画像及び教師特徴画像からなる教師入力画像は、識別器20の学習訓練用に識別器20に入力されるものである。

10

【0069】

上記画像処理の種類としては、X、Y方向それぞれについての1次微分処理、2次微分処理等が挙げられる。また、SobelフィルタやPrewittフィルタ等の1次微分系フィルタを用いた画像処理、LaplacianフィルタやHessian行列の固有値を用いた2次微分系の特徴を導く画像処理等を用いてもよい。前記部分画像の濃度分布曲面に対して求めた平均曲率、ガウス曲率等の曲率の計算値或いは符号を画像化したり、曲率に基づいて定義されるShape Index、Curvedness等の量を画像化したりすることも可能である。前記部分画像内に小領域を設定し、小領域を1画素ずつ走査しながら平均値を計算したり（平滑化処理）、小領域内の標準偏差値やメジアン値等の他の統計量を計算したりして、その結果を画像化してもよい。また、ウェーブレット変換処理や種々の非鮮鋭化処理等を用いて、前記部分画像を複数の周波数帯域に分離した周波数成分画像を作成してもよい。

20

【0070】

また、上記の種々の画像処理に先立って、前処理を施してもよい。前処理の例としては、線形又は非線形の階調変換特性を用いた階調変換処理や、多項式近似、バンドパスフィルタ等を利用することにより背景の濃度勾配等を除去する背景トレンド補正処理等が挙げられる。

【0071】

図3に、上記画像処理による各教師特徴画像の例を示す。

30

【0072】

図3において画像1が原画像、画像2～19が各種画像処理が施された教師特徴画像である。

【0073】

教師特徴画像2～5は、1次微分に相当する画像処理が施されたものであり、画像2はx方向の1次微分画像、画像3はy方向の1次微分画像、画像4はSobelフィルタの出力（エッジ強調）、画像5はSobelフィルタの出力（エッジの角度）である。教師特徴画像6～9は2次微分に相当する画像処理が施されたものであり、画像6はLaplacianフィルタの出力、画像7はx方向の2次微分画像、画像8はy方向の2次微分画像、画像9はxy方向の2次微分画像である。教師特徴画像10、11は曲率を符号化したものであり、画像10は平均曲率の符号化画像、画像11はガウス曲率の符号化画像である。また、画像12は平滑化画像（ 3×3 ）、画像13は標準偏差画像（ 3×3 ）である。教師特徴画像14～19は、Wavelet（ウェーブレット）変換処理により周波数成分毎に分類されたものであり、画像14はWavelet（Level 1 - 3）の高周波成分画像、画像15はWavelet（Level 2 - 4）の高周波成分画像、画像16はWavelet（Level 3 - 5）の中周波成分画像、画像17はWavelet（Level 4 - 6）の中周波成分画像、画像18はWavelet（Level 5 - 7）の低周波成分画像、画像19はWavelet（Level 6 - 8）の低周波成分画像である。このように、各教師特徴画像2～19は、その画像処理の特性によって類似

40

50

する性質毎にグループ分けすることができる。

【 0 0 7 4 】

教師特徴画像が作成されると、次に教師出力画像が作成される（ステップ A 4）。教師出力画像は、識別器 2 0 への教師入力画像の入力に対する学習目標となる画像である。

【 0 0 7 5 】

図 4 に、教師入力画像及び教師出力画像の一例を示す。

【 0 0 7 6 】

図 4 に示す教師出力画像 f 2 は、符号 f 1 で示す教師入力画像（原画像）に対応して作成されたものであり、異常陰影パターンに該当する領域を「 1」、その他の領域を「 0」と二値化することにより人工的に加工して作成された教師出力画像の例を示している。異常陰影パターンに該当する領域は、医師が教師入力画像 f 1 において当該領域を判断し、操作部 1 2 により指定する。この指定操作に応じて画像処理装置 1 0 では指定領域の画素値を「 0」、その他の領域の画素値を「 1」に設定した教師出力画像が作成される。

【 0 0 7 7 】

このようにして、教師入力画像及び教師出力画像が準備されると、これらを用いて識別器 2 0 の学習が行われる。

【 0 0 7 8 】

識別器 2 0 は、図 5 に示すような階層型 A N N である。階層型 A N N は、入力信号を受け取り、他のニューロンへ分配する入力用のニューロンからなる入力層と、外部へ出力信号を出力する出力用のニューロンからなる出力層と、入力用と出力用のニューロンの中間に存在するニューロンからなる中間層とから構成されている。中間層のニューロンは入力層のニューロンの全てと結合していて、出力層のニューロンは中間層のニューロンの全てと結合している。

【 0 0 7 9 】

入力層のニューロンは、中間層のニューロンとのみ結合し、中間層のニューロンは出力層のニューロンとのみ結合しているため、信号は入力層から中間層、出力層へと流れていくこととなる。入力層では、ニューロンによる信号の処理は行われず、受け取った入力信号はそのまま中間層のニューロンに出力される。中間層、出力層では、各ニューロンに設定されたバイアス関数により前層から入力された信号に重み付けを行う等の信号処理が施され、処理が施された信号が後層のニューロンに出力される。

【 0 0 8 0 】

識別器 2 0 の学習時には、まず教師入力画像（原画像）に対して注目画素が設定され、当該注目画素の画素値が取得される。また、当該原画像から作成された複数の教師特徴画像及び教師出力画像において原画像の注目画素に対応する画素の画素値が取得される。そして、原画像及び教師特徴画像から取得された各画素値が入力値として識別器 2 0 に入力されるとともに、教師出力画像から取得された画素値が学習目標値として識別器 2 0 にセットされ、当該入力値から当該学習目標値に近い値が出力されるよう、識別器 2 0 の学習が行われる（ステップ A 5）。

【 0 0 8 1 】

なお、識別器 2 0 への入力値として使用される画素値は 0 ~ 1 の値に正規化したものを使用し、特性が異なる各教師入力画像の入力値の規格を一定とする。図 6 に、教師入力画像（図 3 に示す原画像 1、各教師特徴画像 2 ~ 1 9）のある画素における画素値を正規化した値をプロットした図を示す。図 6 において、点線で連結した各正規化値は、教師入力画像における正常組織の画像パターン（以下、正常陰影パターンという）を構成する画素の画素値を正規化した値を示し、実線で連結した各正規化値は異常陰影パターンを構成する画素の正規化画素値を示している。

【 0 0 8 2 】

識別器 2 0 の学習は、まず図 5 に示すように教師入力画像の各画素値を識別器 2 0 に入力した結果、識別器 2 0 から得られた出力値と、教師出力画像から取得された画素値とが比較され、その誤差が演算される。なお、識別器 2 0 から出力される出力値は 0 ~ 1 の連

10

20

30

40

50

続値である。そして、誤差が縮小されるように中間層におけるバイアス関数のパラメータが最適化される。最適化を行うための学習方法としては、例えば誤差逆伝搬法等を用いることができる。これは、パラメータが最適化により再設定されると、再度、教師特徴画像から取得された画素値が識別器 20 に入力され、入力値により得られた出力値と、教師出力画像の画素値との誤差が小さくなるようにパラメータの最適化が何度も繰り返し行われることにより、異常陰影パターンの学習を行うものである。

【0083】

そして、一つの注目画素について学習が終了すると、原画像において注目画素の位置が一画素分主走査方向へシフトされ、新たに設定された注目画素について同様に学習が行われる。このようにして、教師入力画像の主走査及び副走査方向に注目画素が走査され、教師入力画像の全ての画素について学習が終了すると、異常陰影パターンについて学習させた識別器 20 を構築することができる。

10

【0084】

なお、教師出力画像は、図 7 (a) に示す二値 (離散値) のものに限らず、図 7 (b) に示すように、多値 (連続値) の画像を作成してもよい。多値の画像は、図 7 (a) に示す二値の画像を作成した後、これに非鮮鋭化処理を施して作成することができる。

【0085】

また、画像ではなく異常陰影パターンを関数化したパターンデータを作成することとしてもよい。すなわち、各画素位置に対応して出力値を設定したパターンデータ (図 7 (c) 、 (d) 参照) を作成する。図 7 (c) に示すパターンデータは、出力値を離散値としたものであり、画素位置 (横軸) に対応して設定された「 0 」又は「 1 」の出力値 (縦軸) を示している。一方、図 7 (d) に示すパターンデータは、出力値を連続値としたものであり、画素位置に対応して設定された「 0 」～「 1 」の出力値を示している。なお、図 7 (c) 、 (d) はある一ライン分の設定データを示している図であり、実際にはこのような出力値の設定データが主走査及び副走査方向の画素位置に対応して 2 次元的に設定されている。

20

【0086】

パターンデータの出力値を離散値とした場合、強調画像における異常陰影パターンの領域内部の強調の程度を強制的に大きくする効果が期待される。一方、パターンデータの出力値を連続値とした場合、陰影パターンの中心から周囲にかけての出力値の変化がガウス分布状となるため、異常陰影パターンの大きさが学習させたものと異なるものであってもある程度対応できることが期待できる。これは、図 7 (a) 、 (b) に示すような画像を用いた場合も同様のことがいえる。

30

【0087】

次に、学習を終えた識別器 20 により処理対象の医用画像から強調画像を作成する強調処理について、図 8 を参照して説明する。強調処理についても学習処理と同様に、画像処理部 16 と記憶部 15 に記憶された強調処理プログラムとの協働により実現されるものである。

【0088】

図 8 に示す強調処理では、まず強調処理対象の医用画像の入力が行われる (ステップ B 1) 。すなわち、記憶部 15 に記憶されていた処理対象の医用画像が画像処理部 16 により読み込まれる。次いで、医用画像に異なる画像処理がそれぞれ施され、複数の特徴画像が作成される (ステップ B 2) 。このとき施される画像処理は、教師特徴画像を作成する際の画像処理と同一種類、同一処理条件のものである。

40

【0089】

特徴画像が作成されると、元の医用画像 (これを特徴画像と区別するため、原画像という) に注目画素が設定され、当該注目画素の画素値が取得される。また、特徴画像において原画像の注目画素に対応する位置にある画素の画素値が取得され、これら原画像及び特徴画像から取得された画素値を 0 ～ 1 に正規化した正規化値が識別器 20 に入力される (ステップ B 3) 。そして、この入力値により識別器 20 から出力値が得られると、当該出

50

力値が強調画像を構成する画素の画素値として設定される（ステップ B 4）。

【 0 0 9 0 】

図 9 に、上記識別器 2 0 による入力値と出力値との関係を示す。

【 0 0 9 1 】

図 9 に示すように、識別器 2 0 からの出力値は、強調画像において、原画像に設定された注目画素の位置に対応する画素の画素値として設定されることとなる。

【 0 0 9 2 】

このようにして、識別器 2 0 により処理対象画像から一画素分の出力値が得られると、全画像領域について注目画素が設定され、走査されたか否かが判別される（ステップ B 5）。未走査の場合は（ステップ B 5 ; N）、注目画素の位置が一画素分主走査方向へシフトされ（ステップ B 6）、シフトにより新たに設定された注目画素についてステップ B 3、B 4 の処理が繰り返される。

【 0 0 9 3 】

そして、全画像領域について注目画素が走査（主走査及び副走査）されると（ステップ B 5 ; Y）、識別器 2 0 からの出力値を画素値として構成された強調画像が出力されることとなる（ステップ B 7）。

【 0 0 9 4 】

なお、識別器 2 0 からの出力値は「 0 」～「 1 」の連続値で出力されるので、強調画像を表示装置又はフィルム等へ出力する場合には、それら出力手段に応じて出力値を輝度レベル又は濃度レベルに変換して出力する。輝度値に変換する場合には、出力値「 0 」を最低輝度レベル K_{min} （表示上では黒）、出力値「 1 」を最高輝度レベル K_{max} （表示上では白）として、「 0 」～「 1 」の出力値を K_{min} から K_{max} に割り付ける。一方、濃度値に変換する場合には、出力値「 0 」を最低濃度値 D_{min} （フィルム上では黒）、出力値「 1 」を最高濃度値 D_{max} （フィルム上では白）として、「 0 」～「 1 」の出力値を $D_{max} \sim D_{min}$ に割り付ける。

【 0 0 9 5 】

図 1 0 は、強調画像の一例を示す図である。

【 0 0 9 6 】

図 1 0 の左側に示す処理対象画像 g_1 は胸部 X 線画像（原画像）であり、識別器 2 0 にこの処理対象画像 g_1 を適用することより、右側に示す強調画像 g_2 が出力された。処理対象画像 g_1 において矢印により示す位置に異常陰影パターンが存在するが、処理対象画像 g_1 上ではその判別は困難である。しかし、強調画像 g_2 上では、異常陰影パターンが低濃度の丸いパターンではっきりと現れており、他の画像領域に比べて強調されていることが分かる。

【 0 0 9 7 】

また、図 1 1 に示す強調画像 h_2 の例は、胸部 CT 画像の処理対象画像 h_1 から異常陰影パターン（矢印で示す陰影領域）を含む部分画像 h_3 を教師入力画像として抽出し、この教師入力画像 h_3 から教師出力画像 h_4 を作成してこれらを用いて識別器 2 0 の学習を行った後、この学習済みの識別器 2 0 により処理対象画像 h_1 から強調画像 h_2 を作成したものである。なお、処理対象画像 h_1 は、画像処理により肺野領域のみを抽出した画像である。この処理対象画像 h_1 においては血管等、小結節の異常陰影と混同しやすい正常陰影パターンが多く存在しているが、強調画像 h_2 ではこれら正常陰影パターンの特徴が低減され、異常陰影パターンのみを強調することに成功していることが分かる。

【 0 0 9 8 】

また、図 1 2 に示すように、粒状性が粗い低画質の処理対象画像 j_1 を準備して、この処理対象画像 j_1 から異常陰影パターンを示す教師出力画像 j_2 を作成し、識別器 2 0 の学習を行った。そして、この学習済みの識別器 2 0 に、再度処理対象画像 j_1 を入力したところ、図 1 2 に示すような強調画像 j_3 が出力された。強調画像 j_3 から分かるように、処理対象画像 j_1 で顕著であったノイズが低減され、異常陰影パターンのみが強調されている。

10

20

30

40

50

【0099】

また、図13(a)に示すように、円形状の低濃度の模擬パターンをその大きさ及びコントラストを様々なものに変えて複数設定したテストオブジェクトk1に本実施形態の識別器20を適用した。テストオブジェクトk1では、模擬パターンの他、低濃度の格子パターンが設けられている。識別器20は、テストオブジェクト中の任意の模擬パターンを教師入力画像k2として用い、それに対応する教師出力画像k3を作成して学習を行ったものである。教師出力画像k3は、二値のものを作成した。その結果、図13(b)に示すような強調画像k4が得られた。図13(b)に示すように、識別器20によれば格子パターンの特徴を抑えて模擬パターンのみを強調することができる。また、テストオブジェクトk1における各模擬パターンにおいて、教師入力画像k2に含まれる格子パターンとは異なる態様で格子パターンが重なっている場合でも、教師入力画像k2に含まれる模擬パターンと同一の特徴を持つ画像領域であれば強調することができることが分かる。また、どの大きさの模擬パターンも強調画像k4上では全て強調されており、強調したいパターンの大きさにも有る程度対応できることが分かる。

10

【0100】

強調処理後、作成された強調画像は画像処理部16から異常陰影候補検出部17に出力され、異常陰影候補検出部17により異常陰影候補の検出処理に付される。そして、当該強調画像から異常陰影候補が検出されると、当該検出された異常陰影候補に関する情報(例えば、異常陰影の候補領域の位置を指し示す矢印等のマーカ画像)が医師の診断支援情報として表示部13上に表示される。

20

【0101】

なお、作成された強調画像をそのまま医師の読影に提供することとしてもよい。

【0102】

以上のように、本実施形態によれば、教師入力画像として元々の原画像に加え、当該原画像に様々な画像処理を施して作成した教師特徴画像を用いるので、1つの画像から多数の入力値を得ることが可能となる。従来は、ある教師画像の画像特徴量を入力値として異常陰影である可能性等を出力するよう、識別器20を構築していることが多かったが、この方法では1つの入力画像に対して1つの出力値が対応するため、処理対象画像と教師画像(異常陰影パターン)の特徴がほぼ同じでなければパターン認識することができず、未学習データを含む様々な異常陰影パターンに対応するためには、教師画像を多数準備しなければならなかった。しかし、本実施形態によれば、1つの画像から複数の画像を作成し、さらにそれらの画素値を識別器20に入力するため、1つの学習用の画像から多数の入力値及びそれに対応する出力値を得ることができ、またそれら入力値は様々な特徴を有しており多面的な学習を行うことができる。よって、少ない教師データ数で識別器20の学習精度を向上させることができ、識別器20におけるパターン認識能を向上させることができる。

30

【0103】

また、このような識別器20を用いて異常陰影パターンを強調した強調画像を作成することができ、この強調画像を用いて異常陰影候補の検出処理を行う、或いは医師の読影に付す等することにより、異常陰影の検出作業を容易化することができ、医師の診断支援を行うことができる。

40

【0104】

さらに、各種画像処理を施した教師特徴画像から得られる画素値、つまり様々な特徴を示す特徴量を用いて識別器20の学習を行うことができ、多面的なパターン学習を行うことができる。これにより、識別器20のパターン認識精度を向上させることができる。

【0105】

また、画像処理の特性によって認識しやすいパターンがあるため、学習時にどの画像処理を施した教師特徴画像を使用するかにより、パターンの認識精度を調整することができる。よって、検出目的とする異常陰影パターンに応じて使用する教師特徴画像(原画像に施す画像処理)を意図的に選択することにより、ある特定の異常陰影パターンに特化して

50

強調画像を作成したりすることができ、識別器20の設計に係る自由度を向上させることができる。

【0106】

さらに、異常陰影候補検出処理の前処理として異常陰影パターンを強調する強調処理を行い、予め異常陰影パターンを強調しておくことにより、正常陰影のパターンの特徴が失われるため、元の医用画像（原画像）を用いて異常陰影候補を検出する場合に比して偽陽性候補（異常陰影らしさの確信度が低い候補）の検出数を大幅に減少させることができる。よって、異常陰影候補の検出精度を向上させることができる。

【0107】

なお、上述した実施形態は、本発明を適用した好適な一例であり、これに限定されない。

10

【0108】

例えば、上記実施形態では、識別器20として、ANNを適用した例を説明したが、判別分析手法による識別器、ファジィ推論、サポートベクトルマシン等、教師データに基づくパターン学習によりパターン認識することができる識別器であれば適用可能である。なお、マハラノビスの距離等、2つのクラスに分類するような手法の場合、識別器20から出力される出力値は二値のものとなる。

【0109】

また、実施形態では医用画像中に含まれる異常陰影パターンを検出する例を説明したが、これに限らず、例えば胸部を撮影した医用画像から肺野領域を抽出する等、ある特定領域をパターン認識して抽出するセグメンテーション（領域抽出）の処理に本発明を適用することとしてもよいし、例えば胸部を撮影した医用画像に含まれる間質性陰影のパターンを分類する等、パターン分類に利用することとしてもよい。

20

【0110】

上記実施形態では、2次元の画像処理を用いた例を説明したが、3次元の画像処理も同様に適用可能である。

【0111】

また、上記実施形態では、強調工程において強調画像を作成した後に検出工程において異常陰影候補検出処理を適用する例を説明したが、未処理の医用画像から公知の検出アルゴリズムにより異常陰影候補を検出した後で、それらを真陽性（真の異常陰影候補）と偽陽性（異常陰影らしさの確信度が低い候補）とに判別する判別段階において、本発明のパターン認識を利用した判別を行い、最終的な異常陰影候補を検出することとしてもよい。

30

【0112】

さらに、医用画像のみならず、他の画像であっても画像中から特定パターンを強調したい場合には本発明を適用可能である。

【0113】

また、上記例では、異常陰影という比較的小さなパターンを強調することを目的としていたため、医用画像から部分的に画像を抽出した部分画像を教師画像としていたが、これに限らず、目的に応じて医用画像全体を教師画像としてもよい。例えばセグメンテーションに本発明を適用する場合には、臓器等、比較的大きな領域を抽出することが多い。よって、部分的に画像を抽出する必要がなく、医用画像全体を教師画像として使用した方がよい。

40

【0114】

上記実施形態では出力層のニューロンの個数が1、すなわち学習工程において用いる教師出力画像の数が一つの部分画像に対して一つであったが、出力層のニューロンの個数が2以上、すなわち複数の教師出力画像を用いる構成としてもよい。

【0115】

例えば、パターン分類への応用において、画像に含まれる陰影を3種類の特定パターンA、B、Cに分類することが目的である場合に、教師出力画像として、パターンAの強調に有効な教師出力画像、パターンBの強調に有効な教師出力画像及びパターンCの強調に

50

有効な教師出力画像を各々作成し、それらを出力層の3個のニューロンに対応付けて学習を行う。強調工程においては、一つの処理対象画像を入力することにより3つの強調画像が出力されるので、それらの中から最も強調の度合いが強い強調画像を選び、その強調画像に対応するパターンの種類を分類結果とする。強調の度合いの指標としては、例えば強調画像の画素値の平均値や、所定の累積ヒストグラム値を与える画素値等の統計量を使用することができる。

【0116】

また、教師特徴画像はその画像処理の特性によって認識しやすいパターンがあることから、画像処理の特性によって教師特徴画像をグループ化し、そのグループに応じて識別器の学習を行うこととしてもよい。

10

【0117】

例えば、図3に示す教師特徴画像の例では、画像1～19を用いて以下に示す5つのグループを作成する。すなわち、画像1および1次微分系の画像2～5から成るグループ1、画像1および2次微分系の画像6～9から成るグループ2、画像1および曲率系の画像10、11から成るグループ3、画像1および統計量を用いた画像12、13から成るグループ4、画像1およびウェーブレット系の画像14～19から成るグループ5である。ここで、原画像である画像1は、全てのグループに重複して含まれている。

【0118】

これらグループに応じて識別器の学習を行う(以下、グループ学習という)。ここでは、図14に示すように、グループ毎に別個の識別器(1次識別器)を準備し、各グループの1次識別器から出力された出力値をさらに2次識別器に入力して総合的な出力値を得るような階層的な識別器群を構成した上で、2段階に分けて識別器の学習を行う実施形態を説明する。まず、各グループの教師入力画像を使用して、個々の1次識別器の学習を行う。この場合、1次識別器から得られた出力値と、教師出力画像の画素値とを比較して学習を行うこととなる。次に、学習を終えた各々の1次識別器に、処理対象画像として前記教師入力画像と同一の画像を適用して、1次強調画像を作成する。続いて、作成された5種類の1次強調画像を教師入力画像として使用し、2次識別器の学習を行う。この場合、2次識別器から得られた出力値と、教師出力画像の画素値とを比較して学習を行うこととなる。なお、図14では、1次識別器及び2次識別器ともANNの例で示しているが、異なる手法による識別器(例えば、1次識別器はANN、2次識別器は判別分析によるもの)としてもよい。

20

30

【0119】

例えば、図15(a)に示す原画像m1から図3の2～19の画像番号で示す教師特徴画像を作成し、各画像1～19を上記5グループでグループ分けした後、1次及び2次識別器のグループ学習を行った場合、この学習済みの識別器に原画像m1を入力すると、図15(b)に示すような1次強調画像m2～m6が各グループの1次識別器から出力される。図15(b)に示すように、各1次強調画像m2～m6は、それぞれ異なる特徴が強調された画像となっている。これら1次強調画像m2～m6をさらに2次識別器に入力すると、図16に示すような2次強調画像n3が得られる。

【0120】

図16に、比較のため2次強調画像n3の他、原画像n1及びグループ化せずに全画像を1個の識別器を用いて学習を行った場合(実施形態に示した方法による学習。以下、全画像学習という。)の強調画像n2を示す。図16に示すように、グループ学習により得られる2次強調画像n3は、全画像学習による強調画像n2とは異なる特徴を示していることが分かる。なお、図16は円形の単純なパターンの学習結果であるが、グループ学習の場合、学習するパターンが複雑になるにつれてパターンに対する感度が向上し、グループ学習による効果が高まるものと期待される。

40

【0121】

別の実施形態として、図5に示すように一個の識別器を用い、前述のグループに応じて識別器20の学習を行うことも可能である。具体的には、入力層と中間層のニューロン同

50

士の結合係数に制限を加え、特定の組み合わせの結合を相対的に弱めるか、あるいは結合を遮断する。例えば、中間層のニューロン1は、グループ1に属さない教師特徴画像に対応する入力層のニューロンとの結合が弱くなるように結合に制限が加えられ、中間層のニューロン2は、グループ2に属さない教師特徴画像に対応する入力層のニューロンとの結合が弱くなるように結合係数に制限が加えられる。このような条件の下で、識別器20の学習を実行する。

【0122】

このように、グループに応じた識別器とすることにより、検出目的とする特定パターンに対する感度が高い識別器20を構築することができ、より特定パターンに対するパターン認識能が高い強調画像を作成することが可能となる。すなわち、使用目的に応じて識別器を柔軟に設計することの可能な、自由度の高い構成であるため、実用的である。加えて、比較的複雑なパターンを有する画像を処理対象とした場合にも、高い効果が期待される。

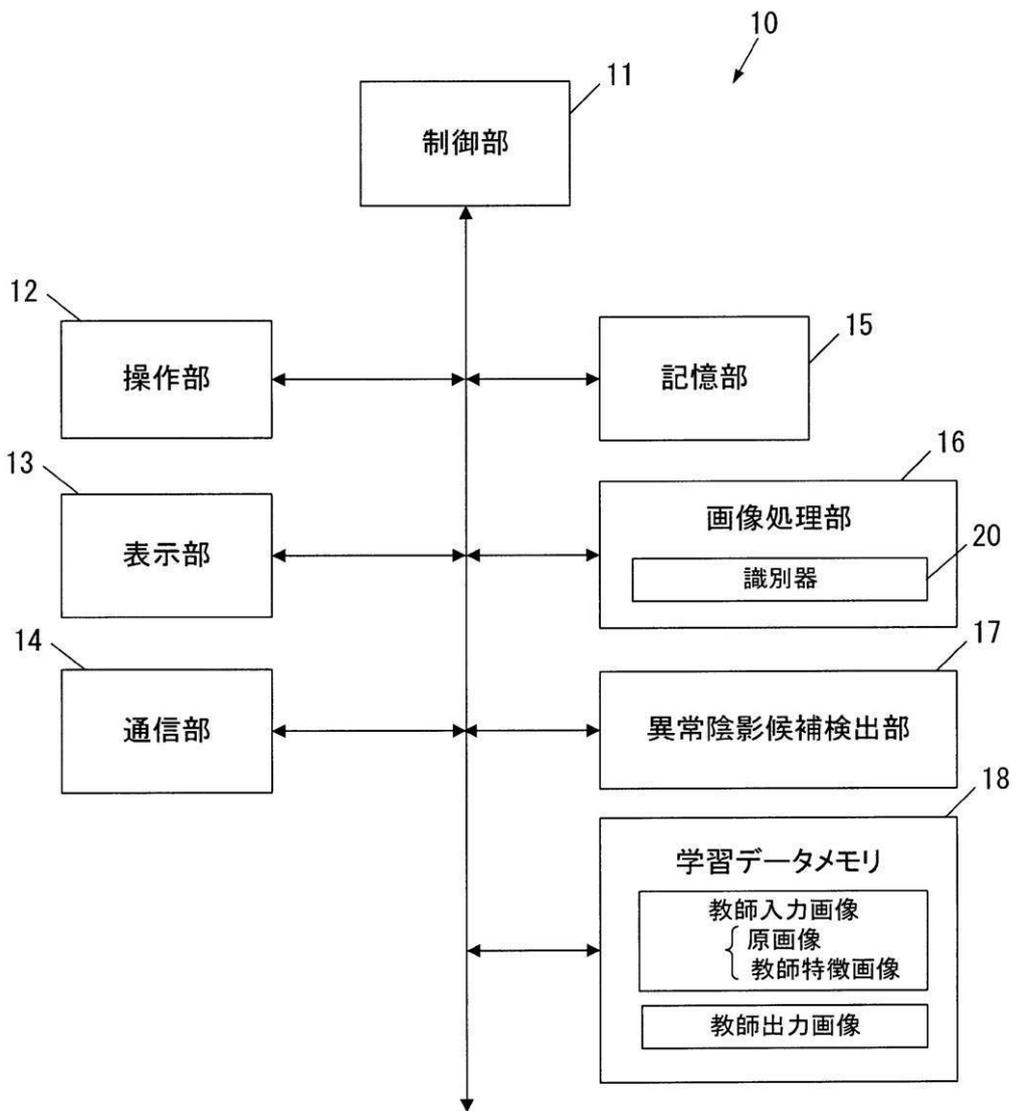
10

【0123】

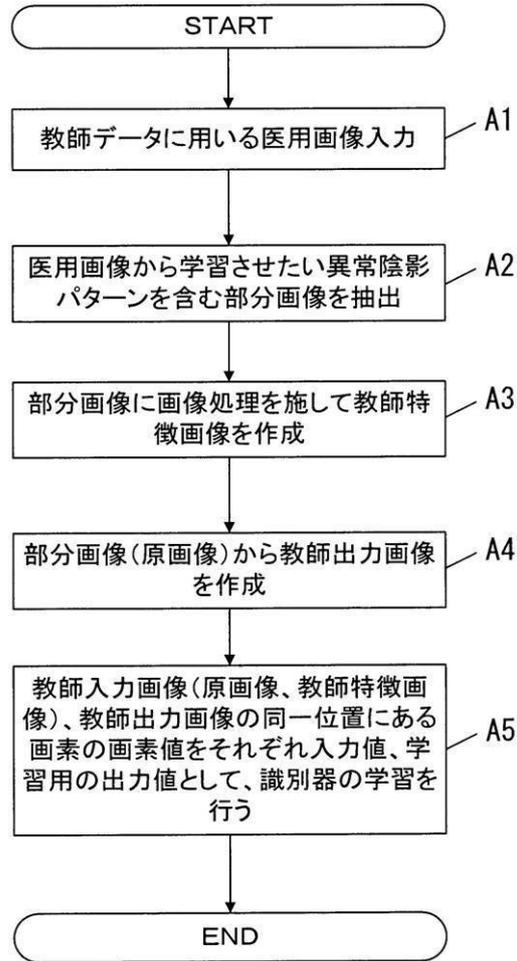
なお、教師特徴画像の作成に使用する画像処理の種類は様々なものが考えられるが、強調したいパターンの特徴に基づいて、パターンの強調に効果的と思われる画像処理を選択したり、或いはパターンの強調に効果的な画像処理とパターンの減弱に効果的な画像処理との組み合わせを含むように選択したりすることにより、特定パターンに特化した識別器20を構築することができる。また、多数の教師特徴画像の中から、強調したいパターンに応じて、逐次選択法や遺伝的アルゴリズム等の最適化手法を使用して特徴画像の選択を行ってもよい。

20

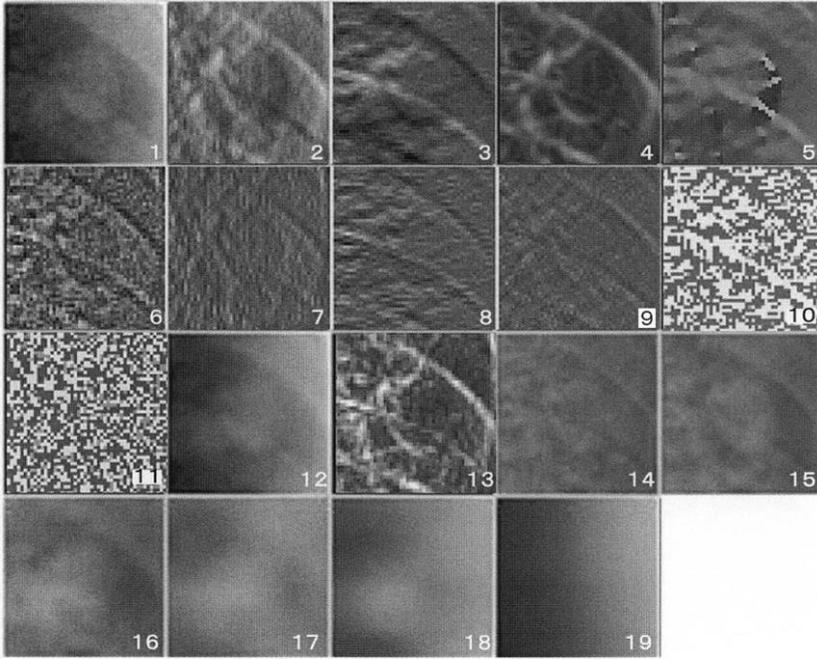
【 図 1 】



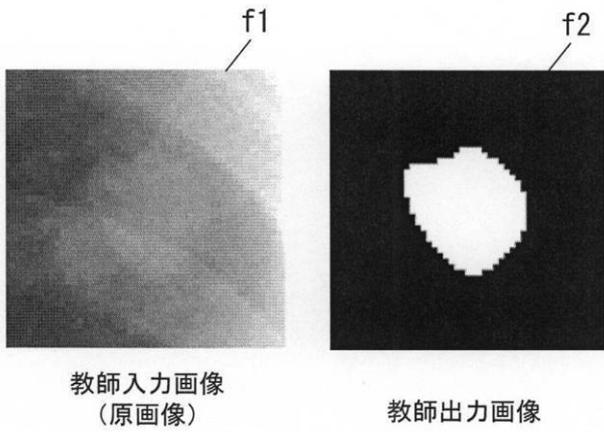
【 図 2 】



【 図 3 】



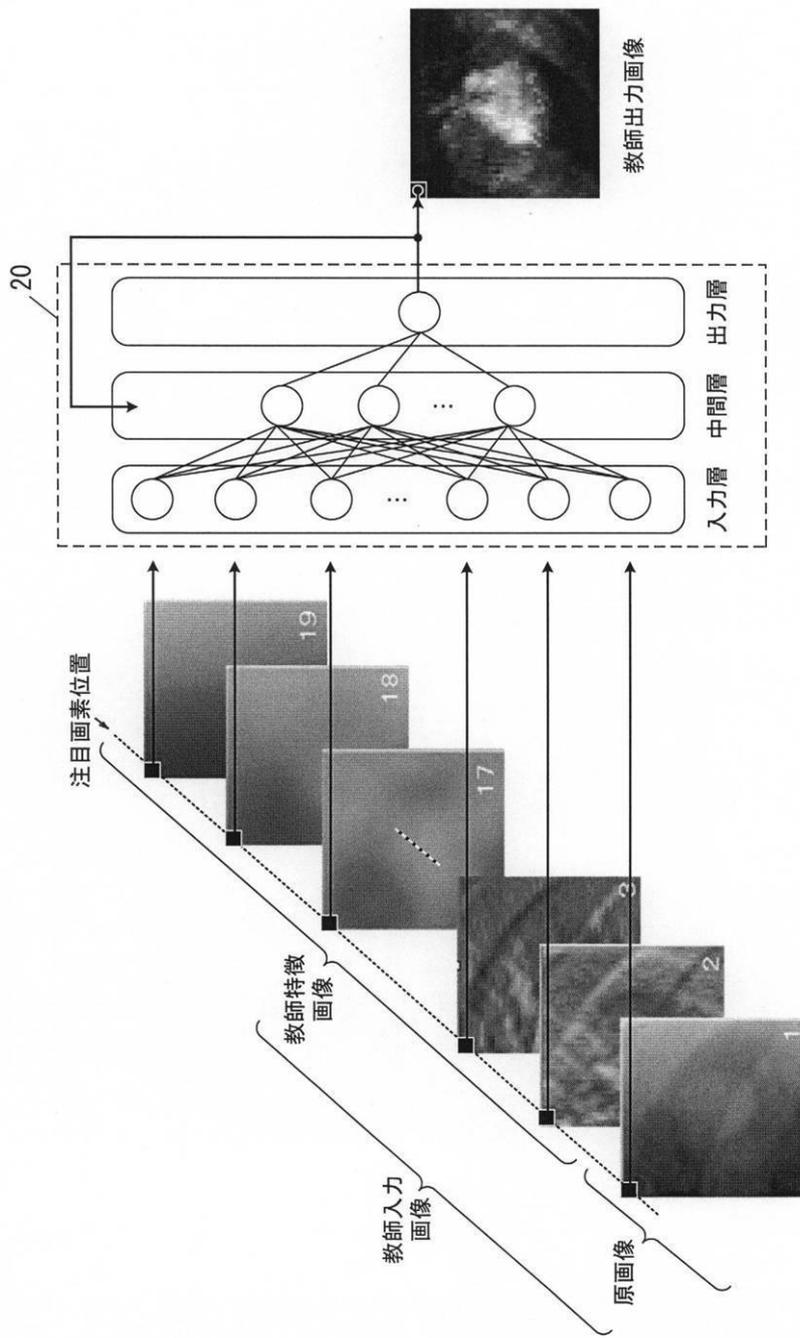
【 図 4 】



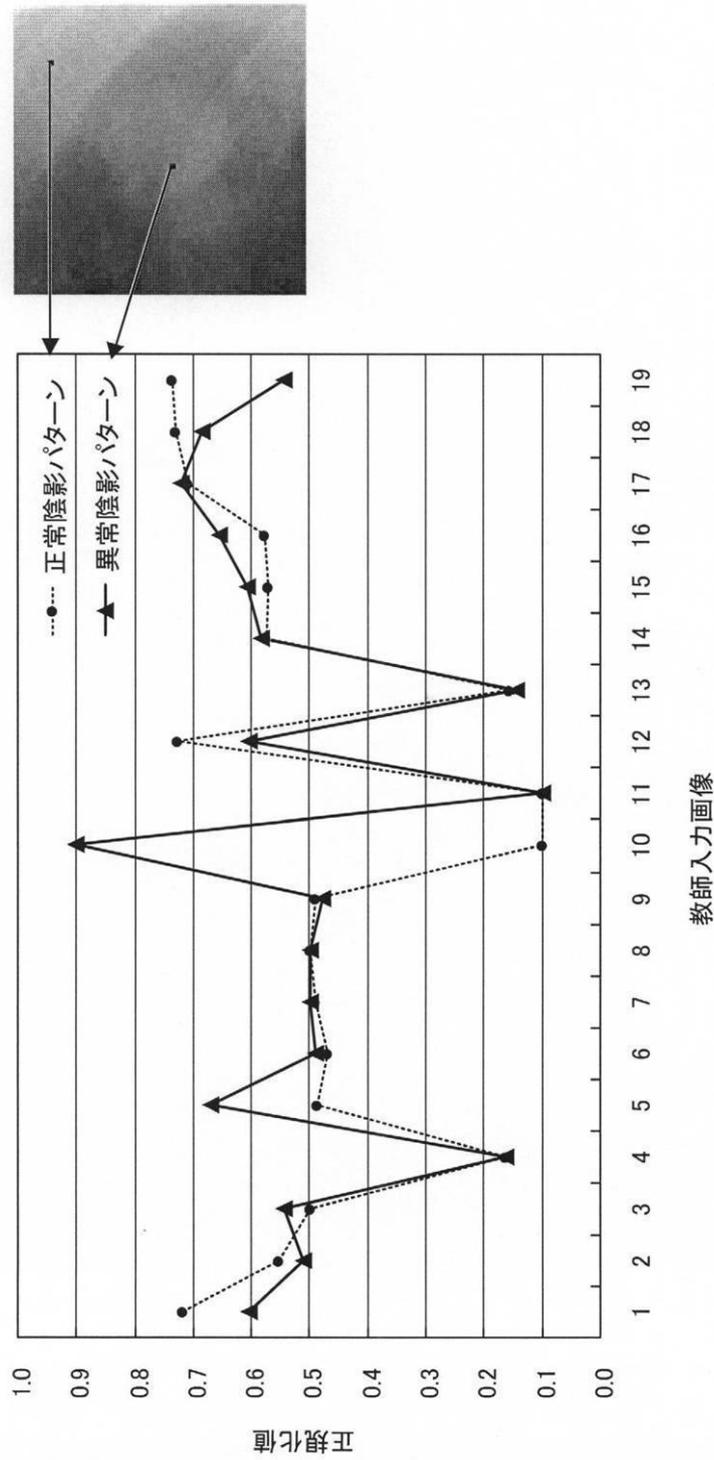
教師入力画像
(原画像)

教師出力画像

【 図 5 】

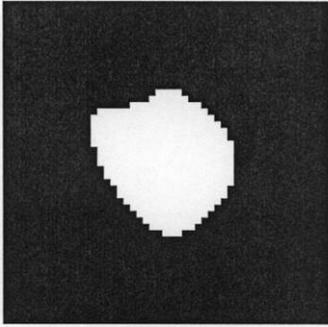


【 図 6 】



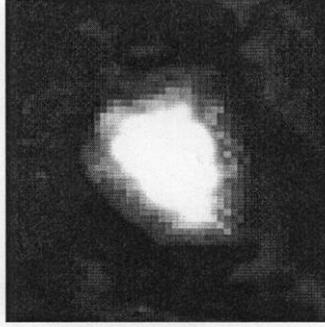
【 図 7 】

(a)



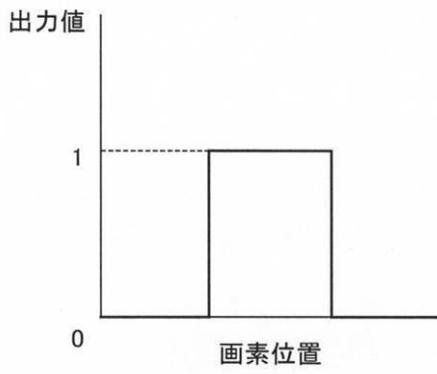
二値
(離散値)

(b)

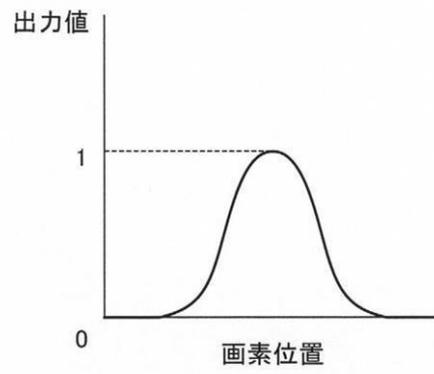


多値
(連続値)

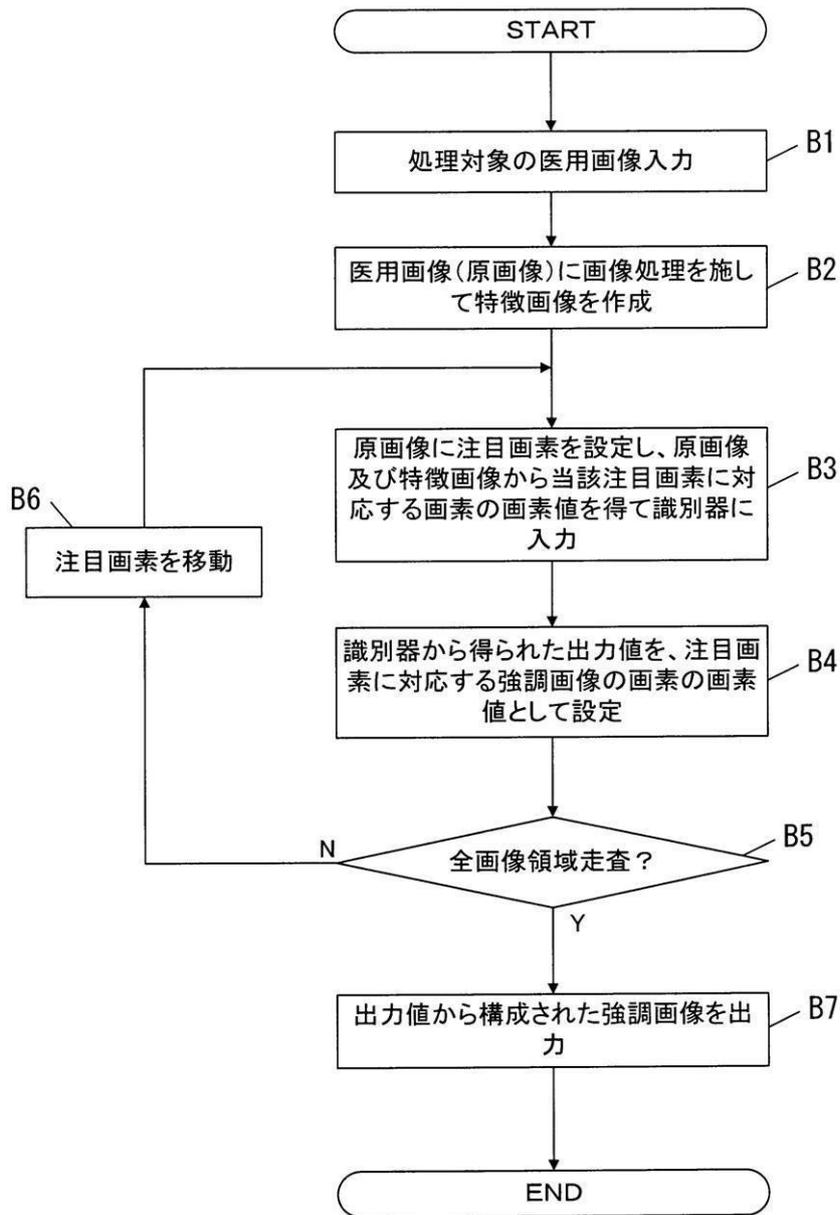
(c)



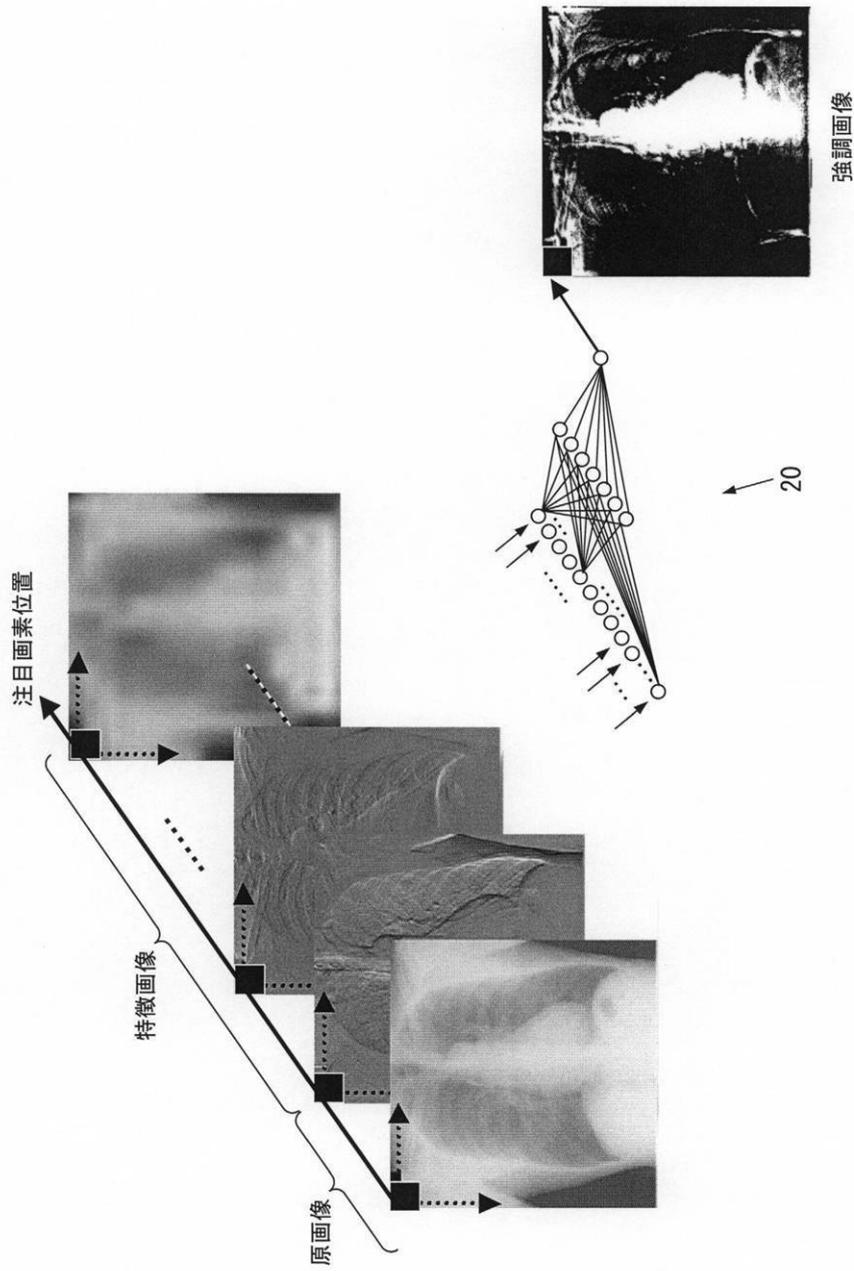
(d)



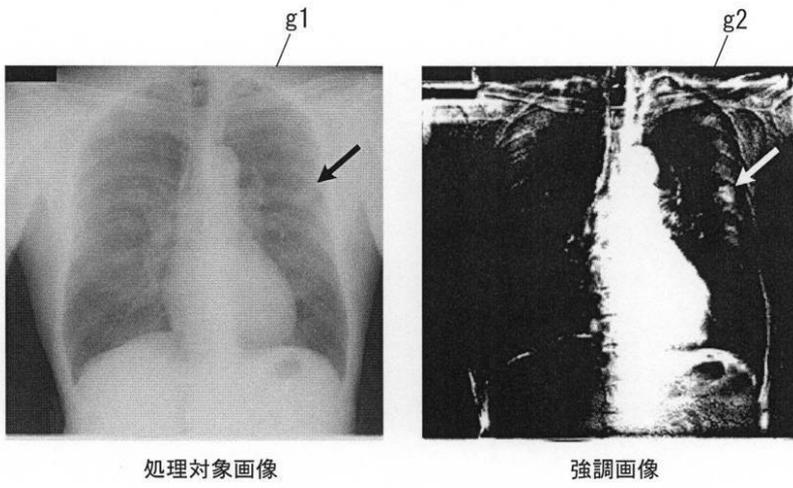
【 図 8 】



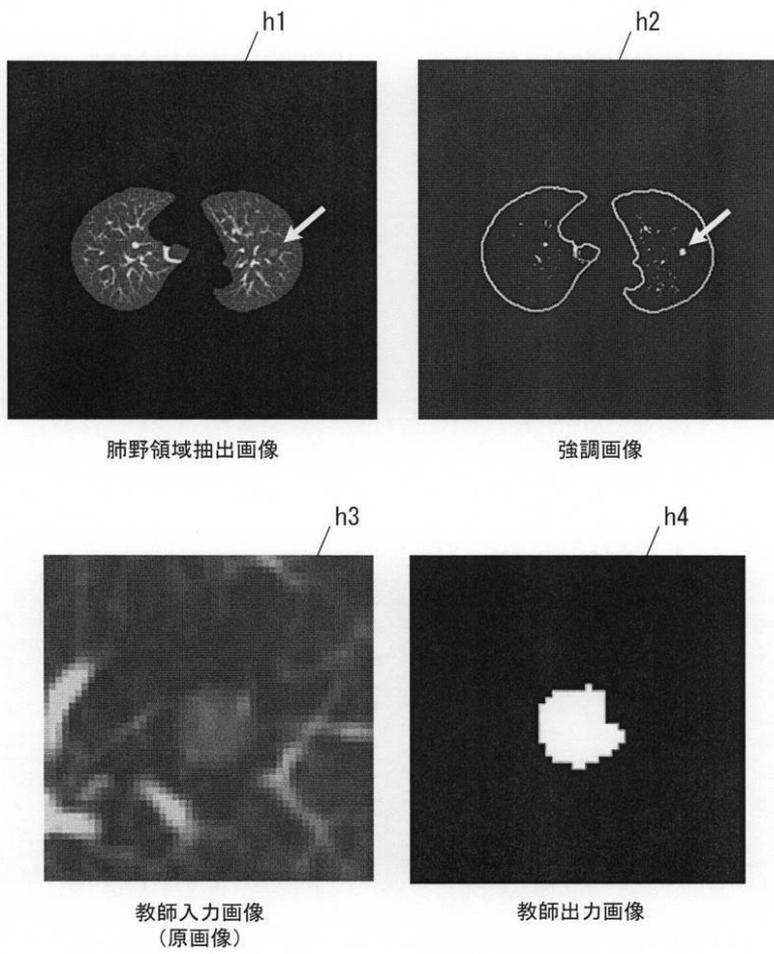
【 図 9 】



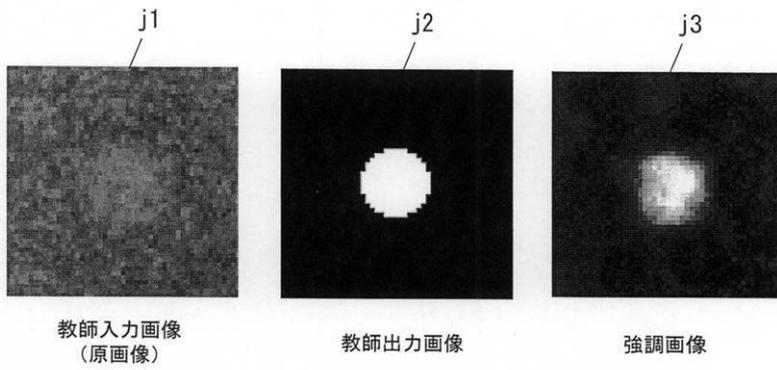
【 図 1 0 】



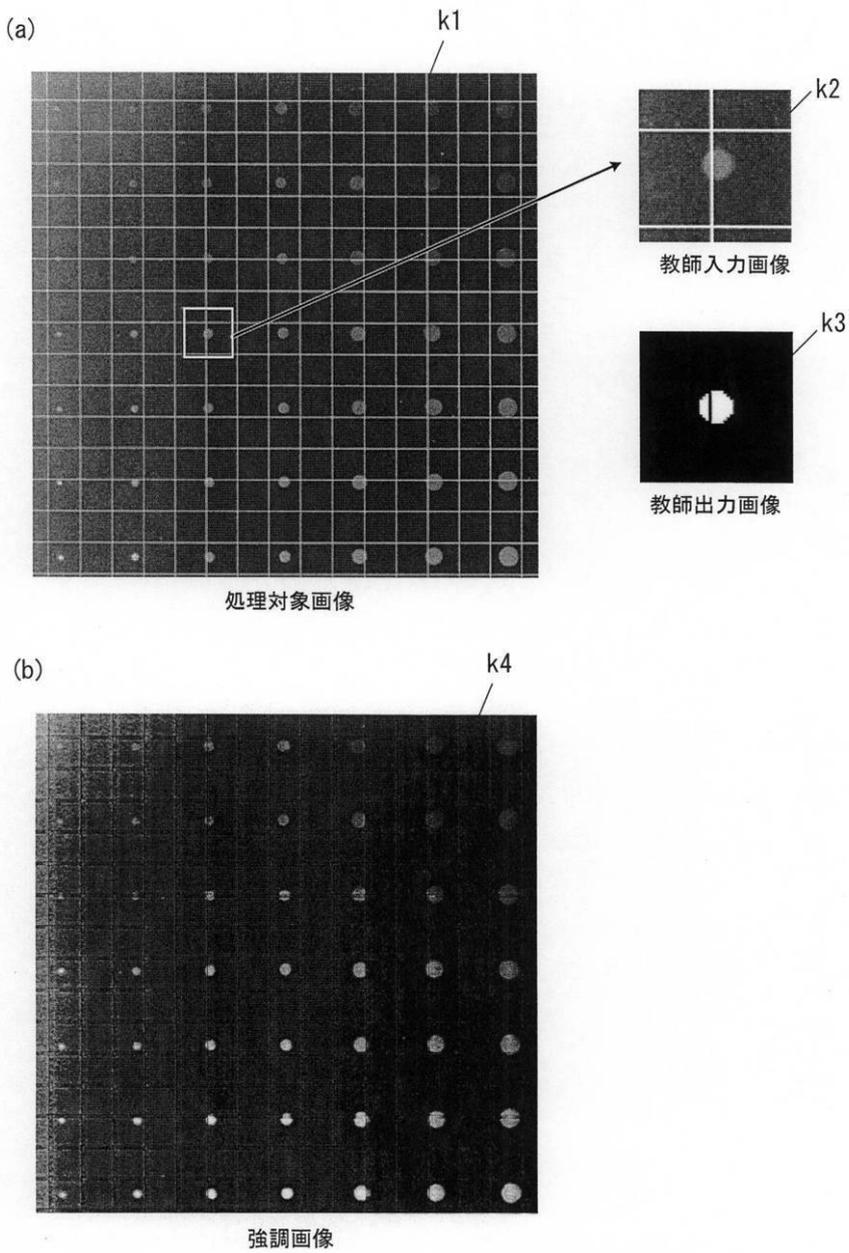
【 図 1 1 】



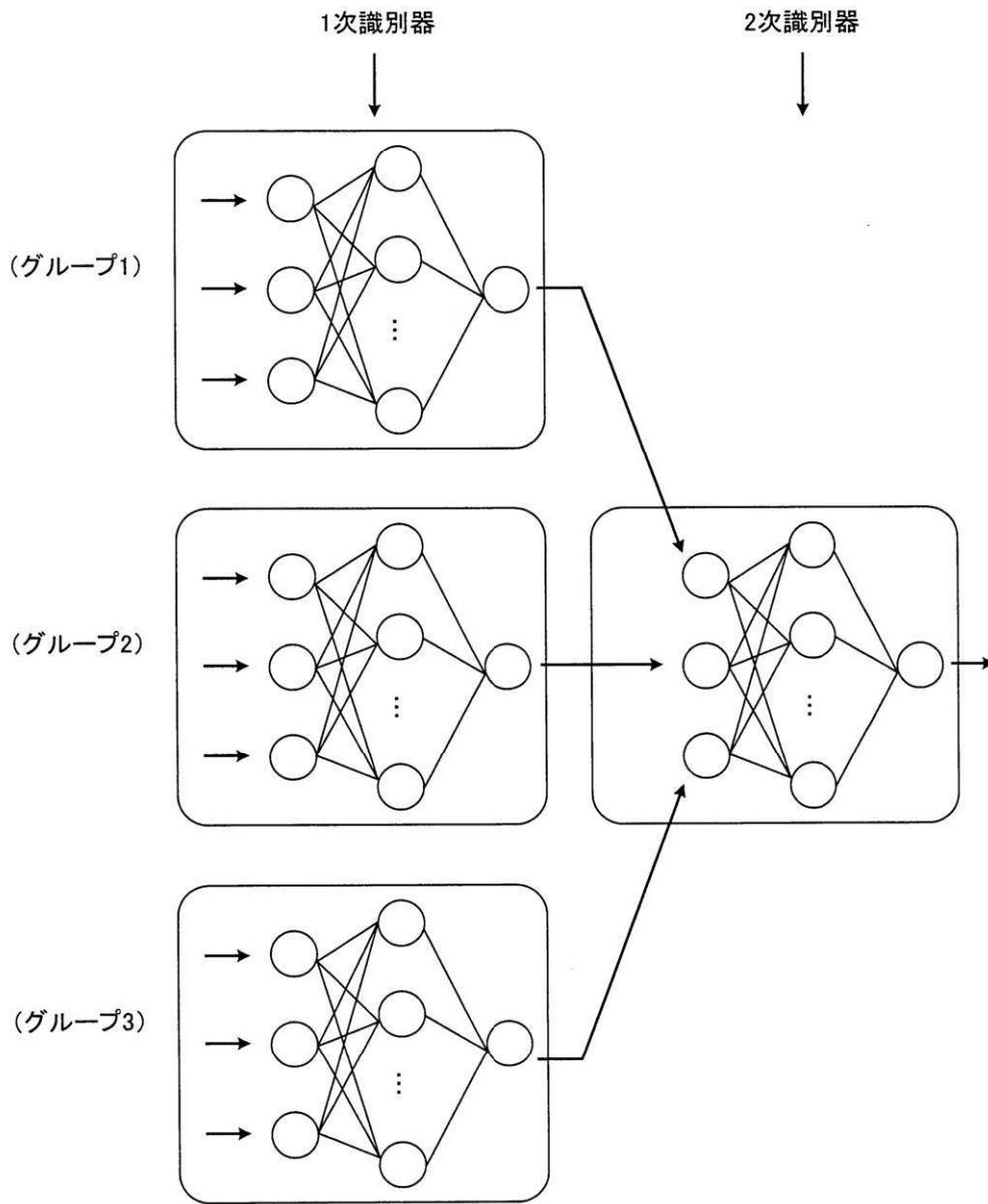
【 図 1 2 】



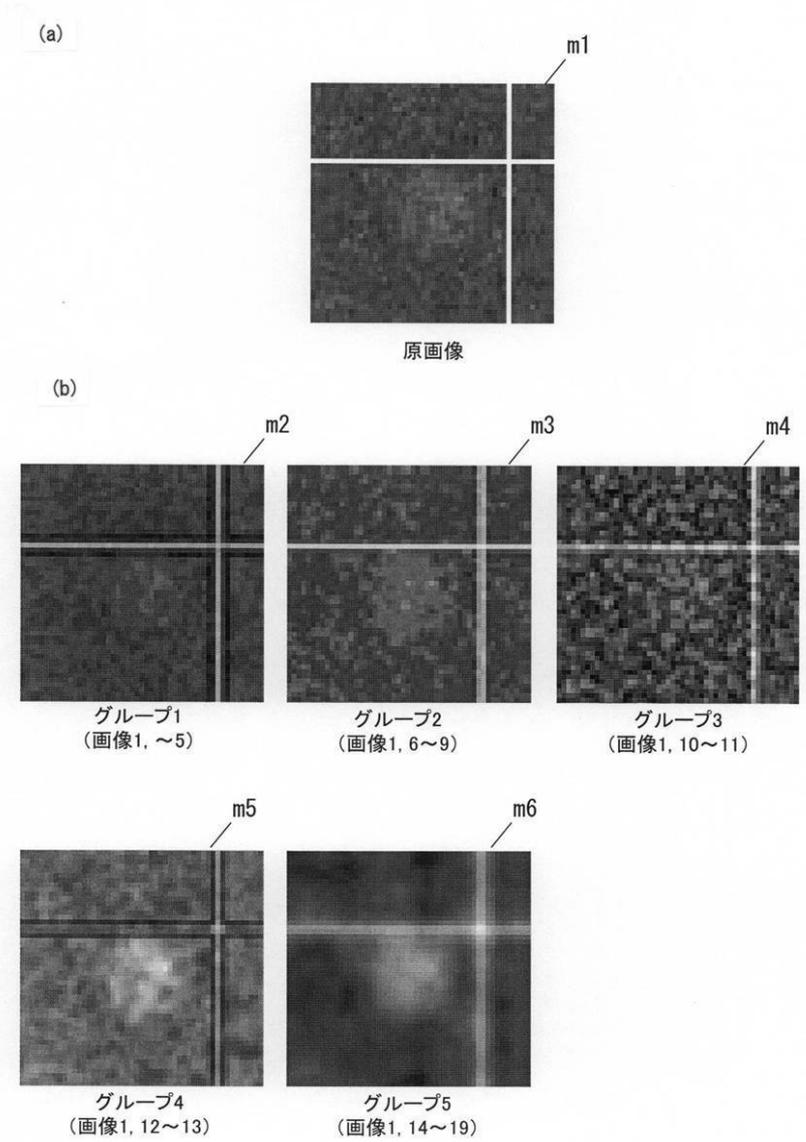
【 図 1 3 】



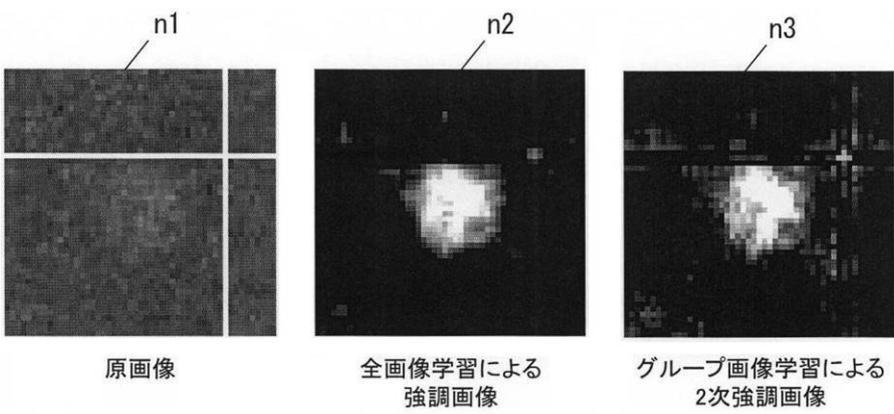
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2006/316211
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B6/00(2006.01)i, A61B5/00(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i, G06T7/00(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) A61B6/00-6/14, A61B5/00, G06T1/00, G06T7/00 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 1996-2006 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2006 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2006 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 Y A	JP 10-255035 A (Hitachi Medical Corp.), 25 September, 1998 (25.09.98), Par. Nos. [0013] to [0036]; Figs. 2, 5, 10 (Family: none)	1, 2, 15, 16 3-6, 8-14, 17-20, 22-28 7, 21
Y	JP 10-150569 A (Hitachi Medical Corp.), 02 June, 1998 (02.06.98), Par. Nos. [0008] to [0024] (Family: none)	3-6, 8-14, 17-20, 22-28
Y	JP 2005-185560 A (Konica Minolta Medical & Graphic, Inc.), 14 July, 2005 (14.07.05), Par. Nos. [0038] to [0089]; Figs. 3, 10 & US 2005/0152592 A	12-14, 26-28
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 02 November, 2006 (02.11.06)		Date of mailing of the international search report 14 November, 2006 (14.11.06)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/316211

Concerning claims 7, 21

The relation between "the teacher output image" and "the pattern data" stated in the above claims are technically unclear.

Therefore, the definitions by the claims are lacking the clarity within the meaning of PCT Article 6, second sentence.

Therefore, the international search has been conducted on image processing methods and devices using "the pattern data" in place of "the teacher output image" disclosed in the description.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2006/316211									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B6/00(2006.01)i, A61B5/00(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i, G06T7/00(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. A61B6/00-6/14, A61B5/00, G06T1/00, G06T7/00											
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2006年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2006年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2006年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2006年	日本国実用新案登録公報	1996-2006年	日本国登録実用新案公報	1994-2006年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2006年										
日本国実用新案登録公報	1996-2006年										
日本国登録実用新案公報	1994-2006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 請求の範囲の番号									
X Y A	JP 10-255035 A (株式会社日立メディコ) 1998.09.25 段落【0013】～【0036】， 図2, 5, 10 (ファミリー無し)	1, 2, 15, 16 3-6, 8-14, 17- 20, 22-28 7, 21									
Y	JP 10-150569 A (株式会社日立メディコ) 1998.06.02 段落【0008】～【0024】 (ファミリー無し)	3-6, 8-14, 17- 20, 22-28									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 02.11.2006		国際調査報告の発送日 14.11.2006									
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) 上田 正樹 電話番号 03-3581-1101 内線 3292	2Q 3614								

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2006/316211
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 請求の範囲の番号
Y	JP 2005-185560 A (コニカミノルタエムジー株式会社) 2005. 07. 14 段落【0038】～【0089】， 図 3, 10 & US 2005/0152592 A	12-14, 26-28

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2006/316211

請求の範囲7、21について

上記請求の範囲に記載された「教師出力画像」と「パターンデータ」との関係が技術的に不明確である。

したがって、上記請求の範囲の記載は、PCT第6条第2文における明確性を欠いている。よって、この国際調査は、明細書に開示されている「教師出力画像」に替えて「パターンデータ」を使用する画像処理方法および装置について実施した。

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 秋山 實利

日本国広島県広島市東区牛田本町1丁目3番8号

Fターム(参考) 4C093 CA18 CA21 DA03 FD05 FD09 FF09 FF17

5B057 AA07 CA08 CA12 CA16 CC02 CE03 DA03 DA16 DB02 DB09

DC05 DC36 DC39 DC40

5L096 AA06 BA06 FA06 FA29 FA67 HA11 KA04

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。