

(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2009-211138

(P2009-211138A)

(43) 公開日 平成21年9月17日(2009.9.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G06T 7/60 (2006.01)	G06T 7/60 250Z	4C093
G06T 1/00 (2006.01)	G06T 1/00 290B	5B057
H04N 1/387 (2006.01)	H04N 1/387	5C076
G06T 3/00 (2006.01)	G06T 3/00 400A	5L096
G06T 7/00 (2006.01)	G06T 7/00 350B	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-50615 (P2008-50615)
 (22) 出願日 平成20年2月29日 (2008.2.29)

(71) 出願人 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 100073184
 弁理士 柳田 征史
 (74) 代理人 100090468
 弁理士 佐久間 剛
 (72) 発明者 李 元中
 東京都港区西麻布2丁目26番30号 富士フイルム株式会社内
 Fターム(参考) 4C093 AA22 CA18 CA35 FF16
 5B057 AA09 CA08 CA12 CA16 CB08
 CB12 CB16 CC02 CE09 DA08
 DB02 DB09 DC16 DC33 DC36
 5C076 AA01 AA31 CA02 CA12
 最終頁に続く

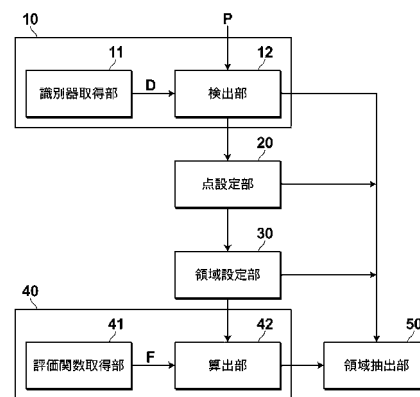
(54) 【発明の名称】 対象領域抽出方法および装置ならびにプログラム

(57) 【要約】

【課題】 入力画像中の対象領域の抽出性能をより向上させる

【解決手段】 対象領域の輪郭上に存在し、かつ近傍領域の画素値分布に基づいて特定可能な基準点が既知である複数のサンプル画像中の、基準点を表す画素および基準点以外の点を表す画素のそれぞれについて、近傍領域の画素値分布を予め機械学習し、その機械学習の結果に基づいて入力画像中の基準点を検出する。入力画像P中の対象領域内に任意の点Cを設定し、入力画像中Pに、対象領域の全体を含むと思われる判別領域Tを設定する。設定された判別領域T内の各画素の輪郭らしさを、その画素の近傍画素の画素値情報に基づいて算出する。設定された任意の点C、検出された基準点、および算出された各画素の輪郭らしさに基づいて、設定された判別領域Tから基準点を通る輪郭を有し、かつ任意の点Cを含む対象領域を抽出する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

入力画像から対象領域を抽出する方法であって、

前記対象領域と同種の対象領域の輪郭上に存在し、かつ近傍領域の画素値分布に基づいて特定可能な基準点が既知である複数のサンプル画像中の、前記基準点を表す画素および前記基準点以外の点を表す画素のそれぞれについて、近傍領域の画素値分布を予め機械学習し、該機械学習の結果に基づいて前記入力画像中の基準点を検出する検出工程と、

前記入力画像中の前記対象領域内に任意の点を設定する点設定工程と、

前記入力画像中に、前記対象領域の全体を含むと思われる判別領域を設定する領域設定工程と、

前記設定された判別領域内の各画素の輪郭らしさを、該画素の近傍画素の画素値情報に基づいて算出する算出工程と、

前記設定された任意の点、前記検出された基準点、および前記算出された各画素の輪郭らしさに基づいて、前記設定された判別領域から前記基準点を通る輪郭を有し、かつ前記任意の点を含む前記対象領域を抽出する抽出工程と

を備えたことを特徴とする対象領域抽出方法。

【請求項 2】

前記算出工程が、対象領域の輪郭が既知である複数のサンプル画像中の、前記輪郭上の点を表す画素および前記輪郭以外の点を表す画素のそれぞれについて、近傍画素の画素値情報を予め機械学習し、該機械学習の結果に基づいて前記各画素の輪郭らしさを算出するものであることを特徴とする請求項 1 記載の対象領域抽出方法。

【請求項 3】

入力画像から対象領域を抽出する装置であって、

前記対象領域と同種の対象領域の輪郭上に存在し、かつ近傍領域の画素値分布に基づいて特定可能な基準点が既知である複数のサンプル画像中の、前記基準点を表す画素および前記基準点以外の点を表す画素のそれぞれについて、近傍領域の画素値分布を予め機械学習し、該機械学習の結果に基づいて前記入力画像中の基準点を検出する検出手段と、

前記入力画像中の対象領域内に任意の点を設定する点設定手段と、

前記入力画像中に、前記対象領域の全体を含むと思われる判別領域を設定する領域設定手段と、

前記設定された判別領域内の各画素の輪郭らしさを、該画素の近傍画素の画素値情報に基づいて算出する算出手段と、

前記設定された任意の点、前記検出された基準点、および前記算出された各画素の輪郭らしさに基づいて、前記設定された判別領域から前記基準点を通る輪郭を有し、かつ前記任意の点を含む前記対象領域を抽出する領域抽出手段と

を備えたことを特徴とする対象領域抽出装置。

【請求項 4】

前記算出手段が、対象領域の輪郭が既知である複数のサンプル画像中の、前記輪郭上の点を表す画素および前記輪郭以外の点を表す画素のそれぞれについて、近傍画素の画素値情報を予め機械学習し、該機械学習の結果に基づいて前記各画素の輪郭らしさを算出するものであることを特徴とする請求項 3 記載の対象領域抽出装置。

【請求項 5】

入力画像から対象領域を抽出するためのプログラムであって、

コンピュータに、

前記対象領域と同種の対象領域の輪郭上に存在し、かつ近傍領域の画素値分布に基づいて特定可能な基準点が既知である複数のサンプル画像中の、前記基準点を表す画素および前記基準点以外の点を表す画素のそれぞれについて、近傍領域の画素値分布を予め機械学習し、該機械学習の結果に基づいて前記入力画像中の基準点を検出する検出手段と、

前記入力画像中の対象領域内に任意の点を設定する点設定手段と、

前記入力画像中に、前記対象領域の全体を含むと思われる判別領域を設定する領域設定

10

20

30

40

50

手段と、

前記設定された判別領域内の各画素の輪郭らしさを、該画素の近傍画素の画素値情報に基づいて算出する算出手段と、

前記設定された任意の点、前記検出された基準点、および前記算出された各画素の輪郭らしさに基づいて、前記設定された判別領域から前記基準点を通る輪郭を有し、かつ前記任意の点を含む前記対象領域を抽出する領域抽出手段として機能させることを特徴とする対象領域抽出プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、入力画像から対象領域を抽出する方法および装置ならびにプログラムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、医療分野においては、高い診断性能を有する画像を提供するために、医用画像中の病変領域、臓器領域等の所定の対象領域を抽出して表示する処理が行われている。

【0003】

入力画像中の対象領域を抽出する方法としては、たとえば特許文献1に示されているように、ユーザーにより指定された対象領域中の点および背景領域中の点の情報に基づいて、入力画像中の各画素が対象領域を示す画素である確からしさを算出するとともに、画像の局所的な明暗差（エッジ情報）に基づいて隣接する画素が同一領域内の画素である確からしさを算出し、算出した両方の確からしさをを用いて入力画像中の対象領域を背景領域と区別して抽出する方法が知られている。

【0004】

また、特許文献2では、対象領域を含む複数のサンプル画像を用意し、サンプル画像中の、輪郭を表す画素であるか否かが既知である画素の近傍領域の画素値情報を予め機械学習することにより、入力画像中の各画素の輪郭らしさをその画素の近傍領域の画素値情報を用いて算出し、算出した輪郭らしさをを用いて入力画像中の対象領域を背景領域と区別して抽出することにより、対象領域の抽出精度を向上させる方法が提案されている。

【特許文献1】米国特許第6973212号明細書

【特許文献2】特開2007-307358号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記従来技術では、入力画像中の各画素の輪郭らしさをその画素の近傍領域の画素値情報を用いて算出するなど、画像の局所的な画素値分布に基づいて対象領域を抽出するようにしているので、対象領域の内部または外部に輪郭のような画素値分布が存在する場合には、対象領域が正しく抽出できない場合が生じるという問題がある。

【0006】

たとえば、医用画像から特定の臓器領域を抽出する際、その臓器領域内に腫瘍が存在したり、医用画像中にノイズが存在するなど、臓器領域の内部または外部にその臓器領域の輪郭のような画素値分布が存在する場合、そのような腫瘍やノイズによる画素値分布が臓器領域の輪郭として誤って認識され、臓器領域の輪郭を正しく抽出できない場合が生じる。

【0007】

本発明は、上記事情に鑑み、対象領域の抽出性能をより向上させることが可能な対象領域抽出方法および装置ならびにプログラムを提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の対象領域抽出方法は、入力画像から対象領域を抽出する方法であって、その対

10

20

30

40

50

象領域と同種の対象領域の輪郭上に存在し、かつ近傍領域の画素値分布に基づいて特定可能な基準点が既知である複数のサンプル画像中の、基準点を表す画素および基準点以外の点を表す画素のそれぞれについて、近傍領域の画素値分布を予め機械学習し、その機械学習の結果に基づいて入力画像中の基準点を検出する検出工程と、入力画像中の対象領域内に任意の点を設定する点設定工程と、入力画像中に、対象領域の全体を含むと思われる判別領域を設定する領域設定工程と、設定された判別領域内の各画素の輪郭らしさを、その画素の近傍画素の画素値情報に基づいて算出する算出工程と、設定された任意の点、検出された基準点、および算出された各画素の輪郭らしさに基づいて、設定された判別領域から基準点を通る輪郭を有し、かつ任意の点を含む対象領域を抽出する抽出工程とを備えたことを特徴とするものである。

10

【0009】

上記方法においては、算出工程が、対象領域の輪郭が既知である複数のサンプル画像中の、輪郭上の点を表す画素および輪郭以外の点を表す画素のそれぞれについて、近傍画素の画素値情報を予め機械学習し、その機械学習の結果に基づいて各画素の輪郭らしさを算出するものであってもよい。

【0010】

本発明の対象領域抽出装置は、入力画像から対象領域を抽出する装置であって、その対象領域と同種の対象領域の輪郭上に存在し、かつ近傍領域の画素値分布に基づいて特定可能な基準点が既知である複数のサンプル画像中の、基準点を表す画素および基準点以外の点を表す画素のそれぞれについて、近傍領域の画素値分布を予め機械学習し、その機械学習の結果に基づいて入力画像中の基準点を検出する検出手段と、入力画像中の対象領域内に任意の点を設定する点設定手段と、入力画像中に、対象領域の全体を含むと思われる判別領域を設定する領域設定手段と、設定された判別領域内の各画素の輪郭らしさを、その画素の近傍画素の画素値情報に基づいて算出する算出手段と、設定された任意の点、検出された基準点、および算出された各画素の輪郭らしさに基づいて、設定された判別領域から基準点を通る輪郭を有し、かつ任意の点を含む対象領域を抽出する領域抽出手段とを備えたことを特徴とするものである。

20

【0011】

上記装置においては、算出手段が、対象領域の輪郭が既知である複数のサンプル画像中の、輪郭上の点を表す画素および輪郭以外の点を表す画素のそれぞれについて、近傍画素の画素値情報を予め機械学習し、その機械学習の結果に基づいて各画素の輪郭らしさを算出するものであってもよい。

30

【0012】

本発明の対象領域抽出プログラムは、入力画像から対象領域を抽出するためのプログラムであって、コンピュータに、その対象領域と同種の対象領域の輪郭上に存在し、かつ近傍領域の画素値分布に基づいて特定可能な基準点が既知である複数のサンプル画像中の、基準点を表す画素および基準点以外の点を表す画素のそれぞれについて、近傍領域の画素値分布を予め機械学習し、その機械学習の結果に基づいて入力画像中の基準点を検出する検出手段と、入力画像中の対象領域内に任意の点を設定する点設定手段と、入力画像中に、対象領域の全体を含むと思われる判別領域を設定する領域設定手段と、設定された判別領域内の各画素の輪郭らしさを、その画素の近傍画素の画素値情報に基づいて算出する算出手段と、設定された任意の点、検出された基準点、および算出された各画素の輪郭らしさに基づいて、設定された判別領域から基準点を通る輪郭を有し、かつ任意の点を含む対象領域を抽出する領域抽出手段として機能させることを特徴とするものである。

40

【発明の効果】**【0013】**

本発明の対象領域抽出方法および装置ならびにプログラムによれば、入力画像中の対象領域内に任意の点を設定し、入力画像中に、対象領域の全体を含むと思われる判別領域を設定し、設定された判別領域内の各画素の輪郭らしさを、その画素の近傍画素の画素値情報に基づいて算出し、設定された任意の点および算出された各画素の輪郭らしさに基づい

50

て、入力画像から対象領域を抽出する際に、その対象領域と同種の対象領域の輪郭上に存在し、かつ近傍領域の画素値分布に基づいて特定可能な基準点が既知である複数のサンプル画像中の、基準点を表す画素および基準点以外の点を表す画素のそれぞれについて、近傍領域の画素値分布を予め機械学習し、その機械学習の結果に基づいて入力画像中の基準点を検出し、その検出結果にさらに基づいて対象領域の抽出を行うようにしているので、対象領域の内部または外部に輪郭のような画素値分布が存在する場合であっても、対象領域の正しい輪郭上に存在する点として検出した基準点を確実に通るように、対象領域の輪郭を決定することができ、対象領域の抽出性能をより向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、図面を参照して本発明の対象領域抽出装置を医用画像から肝臓領域を抽出するものに適用した実施の形態について説明する。なお、図1のような対象領域抽出装置1の構成は、補助記憶装置に読み込まれた対象領域抽出装置プログラムをコンピュータ（たとえばパーソナルコンピュータ等）上で実行することにより実現される。このとき、この対象領域抽出プログラムは、CD-ROM等の情報記憶媒体に記憶され、もしくはインターネット等のネットワークを介して配布され、コンピュータにインストールされることになる。

【0015】

図1に示すように、対象領域抽出装置1は、CT装置等により取得された医用画像Pから肝臓領域を抽出するものであって、基準点検出部10、点設定部20、領域設定部30、輪郭らしさ算出部40、領域抽出部50などを備えている。

【0016】

基準点検出部10は、肝臓領域の輪郭上に存在し、かつ近傍領域の画素値分布に基づいて特定可能な基準点が既知である複数のサンプル画像中の、基準点を表す画素および基準点以外の点を表す画素のそれぞれについて、近傍領域の画素値分布を予め機械学習し、その機械学習の結果に基づいて医用画像P中の基準点を検出するものであって、識別器取得部11と、検出部12とを有する。

【0017】

ここで、基準点は、入力画像から抽出したい対象領域の種類に応じて定められるものであり、その数に制限はない。本実施の形態では、たとえば、図2に示すように、全体的になめらかな曲線からなる肝臓領域の輪郭における、角ばった箇所が存在する点Aおよび点Bのいずれかまたは両方を基準点として用いる。

【0018】

また、医用画像から被検体の心臓が撮影された心臓領域を抽出する場合には、心臓領域の輪郭上に存在する点のうち、たとえば心臓が大動脈に分枝する境界部に存在する点、または心臓の下部にある最も尖がっている点を基準点として用いることができる。

【0019】

識別器取得部11は、たとえば特開2006-139369号公報に記載されているように、肝臓領域を含む複数のサンプル画像を用意し、サンプル画像中の、基準点を表す画素および基準点以外の点を表す画素のそれぞれについて、近傍領域の画素値分布を予め機械学習することにより、サンプル画像中の各画素が基準点を示す画素であるか否かをその画素の近傍領域の画素値分布に基づいて識別する識別器Dを取得するものである。これにより取得した識別器Dは、任意の医用画像中の各画素が基準点を示す画素であるかどうかを識別する場合に適用することができる。なお、2以上の基準点（たとえば基準点A、B）を用いて肝臓領域を抽出する場合には、それぞれの基準点について識別器Dを取得する。

【0020】

ここで、各画素の近傍領域は、その近傍領域の内の各画素における画素値が変化する方向、その変化の大きさなどの、近傍領域の画素値分布に基づいてその画素が基準点であるか否かを識別できる程度の大きさの領域であることが望ましい。また、この近傍領域は、その画素を中心とした領域であってもよいし、その画素を中心から外れた位置に有する領域であってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

なお、図 2 に、基準点 A、B の近傍領域 R_A 、 R_B の一例を示す。ここでは、近傍領域が矩形の領域である場合について例示しているが、近傍領域は円形、楕円形等、種々の形状の領域であってもよい。また、その近傍領域内の一部の画素の画素値分布のみを上記機械学習に用いるようにしてもよい。

【 0 0 2 2 】

また、この識別器 D を取得する処理には、アダブースティングアルゴリズム (Adaboost ing Algorithm)、ニューラルネットワーク (Neural Network)、SVM (Support Vector Machine) 等を用いることができる。

【 0 0 2 3 】

検出部 12 は、医用画像 P 上に識別器取得部 11 において取得した識別器 D を走査させることにより、医用画像 P 中の基準点 A、B を検出するものである。なお、この検出部 21 による基準点の検出より先に、後述する領域設定部 30 において対象領域の全体を含むと思われる判別領域 T が設定されている場合には、医用画像 P 全体のうち、設定された判別領域 T あるいはその判別領域 T を含む一部の領域上のみ識別器 D を走査させることにより、医用画像 P 中の基準点を検出するようにしてもよい。

【 0 0 2 4 】

点設定部 20 は、医用画像 P 中の肝臓領域内に任意の点 C (シード点) を設定するものであって、たとえば、対象領域抽出装置 1 に備えるキーボードやポインティングデバイス等による、操作者の入力に基づいて指定された医用画像 P 上の位置をその任意の点として設定するものであってもよいし、従来の対象領域検出方法により自動検出された肝臓領域内の各点に一定の質量が与えられているとし、その領域の重心位置をその任意の点として設定するものであってもよい。

【 0 0 2 5 】

また、この点設定部 20 による任意の点 C の設定より先に、基準点検出部 10 において基準点 A、B が検出されている場合には、肝臓領域と基準点 A、B の解剖学的な位置関係により、下記の式 (1) により、基準点 A (x_A 、 y_A) と基準点 B (x_B 、 y_B) を用いて任意の点 C (x_C 、 y_C) を設定するようにしてもよい。

【 数 1 】

$$\begin{aligned} x_C &= (x_A \times 1 + x_B \times 2) / 3 \\ y_C &= (y_A \times 1 + y_B \times 2) / 3 \end{aligned} \quad (1)$$

【 0 0 2 6 】

なお、この任意の点 C は、肝臓領域のおおまかな中心に設定されたものであってもよいし、肝臓領域の中心から外れた位置に設定されたものであってもよい。

【 0 0 2 7 】

領域決定部 30 は、医用画像 P 中に、肝臓領域の全体を含むと思われる判別領域 T を設定するものであって、たとえば、対象領域抽出装置 1 に備えるキーボードやポインティングデバイス等による、操作者の入力に基づいて指定された医用画像 P 上の領域をその判別領域 T として設定するものであってもよいし、点設定部 20 において設定された点 C を中心とした、肝臓領域のありうる大きさ以上の大きさの領域を判別領域 T として自動的に設定するものであってもよい。これにより、全体の医用画像 P から注目する領域の範囲を限定でき、以降の処理を高速化することができる。

【 0 0 2 8 】

なお、判別領域 T は、その周縁形状として矩形、円形、楕円形等、種々の形状を採用することができる。

【 0 0 2 9 】

輪郭らしさ算出部 40 は、領域設定部 30 において設定された判別領域 T 内の各画素の輪郭らしさを、その画素の近傍画素の画素値情報に基づいて算出するものであって、評価関数

10

20

30

40

50

取得部41と、算出部42とを有する。

【0030】

評価関数取得部41は、肝臓領域を含む複数のサンプル画像を用意し、サンプル画像中の、輪郭上の点を表す画素および前記輪郭以外の点を表す画素のそれぞれについて、近傍画素の画素値情報をその画素における特徴量として予め機械学習することにより、サンプル画像中の各画素が輪郭を示す画素であるかどうかをその特徴量に基づいて評価する評価関数Fを取得するものである。

【0031】

具体的には、たとえば特開2007-307358号公報に記載されているように、各画素の近傍画素の画素値情報、たとえば、その画素を中心とする水平方向5画素×垂直方向5画素の領域内のそれぞれ異なる複数の画素の画素値の組み合わせを用いて、その画素が輪郭を示す画素であるか否かの判別を行う複数の弱判別器を、その弱判別器全てを組み合わせた評価関数Fがサンプル画像中の各画素が輪郭を示す画素であるかどうかを所望の性能で評価できるようになるまで逐次生成する。

10

【0032】

これにより取得した評価関数Fは、任意の医用画像中の各画素が肝臓領域の輪郭を示す画素であるかどうかを評価する場合に適用することができる。

【0033】

また、この評価関数Fを取得する処理にも、アダブースティングアルゴリズム (Adaboost Algorithm)、ニューラルネットワーク (Neural Network)、SVM (Support Vector Machine) 等の機械学習の手法を用いることができる。

20

【0034】

算出部42は、判別領域T内の各画素の特徴量に基づいて、各画素の輪郭らしさ、つまりその画素が輪郭を示す画素であるかどうかの評価値を、評価関数Fを用いて算出するものである。

【0035】

領域抽出部50は、任意の点C、基準点S、および各画素の輪郭らしさを用いて判別領域Tから肝臓領域を抽出するものであって、たとえば、Yuri Y. Boykov, Marie-Pierre Jolly, "Interactive Graph Cuts for Optimal Boundary and Region Segmentation of Objects in N-D images", Proceedings of "International Conference on Computer Vision", Vancouver, Canada, July 2001 vol.1, p.105-112. や、米国特許第6973212号明細書等に記載されているグラフカット法 (Graph Cuts) により判別領域Tを肝臓領域と背景領域とに分割する際、肝臓領域と背景領域の境界が肝臓領域の輪郭上に存在する点である基準点A、Bを必ず通るようにして、判別領域Tから肝臓領域を抽出する。

30

【0036】

具体的には、まず、図3に示すように、判別領域T中の各画素を表すノード N_{ij} ($i = 1, 2, \dots, j = 1, 2, \dots$) と各画素が取り得るラベル (本実施の形態では、肝臓領域または背景領域) をそれぞれ表すノードS、Tと、隣接する画素のノード同士をつなぐリンクn-linkと、各画素を表すノード N_{ij} と肝臓領域を表すノードSをつなぐリンクs-linkと、各画素を表すノード N_{ij} と背景領域を表すノードTをつなぐリンクt-linkとから構成されるグラフを作成する。

40

【0037】

ここで、n-linkには、判別領域中の各画素を表すノード N_{ij} 毎にそのノードから四方の隣接するノードへ向かう4本のリンクが存在し、各隣接するノード間には互いのノードに向かう2本のリンクが存在する。ここで、各ノード N_{ij} から四方の隣接するノードへ向かう4本のリンクは、そのノードが示す画素が四方の隣接する画素と同一領域内の画素である確からしさを表すものであり、その確からしさはその画素の輪郭らしさに基づいて求められる。具体的には、そのノード N_{ij} が示す画素の輪郭らしさが設定しきい値以下である場合には、それらの各リンクに確からしさの所定の最大値が設定され、輪郭らしさが設定しきい値以上である場合は、その輪郭らしさが大きいほど、小さい値の確からしさ

50

が各リンクに設定される。たとえば、確からしさの最大値を1000とした場合、ノード N_{ij} が示す画素の輪郭らしさが設定しきい値（ゼロ）以下である場合には、そのノードから四方の隣接するノードへ向かう4本のリンクに1000という値が設定され、輪郭らしさが設定しきい値（ゼロ）以上である場合は、次式（ $1000 - (\text{輪郭らしさ} / \text{輪郭らしさの最大値}) \times 1000$ ）により算出された値をそれらの各リンクに設定することができる。ここで、輪郭らしさの最大値は、算出部42により判別領域T内の各画素において算出した全ての輪郭らしさのうち最大の値を意味する。

【0038】

また、各画素を表すノード N_{ij} と肝臓領域を表すノードSをつなぐs-linkは、各画素が肝臓領域に含まれる画素である確からしさを表すものであり、各画素を表すノード N_{ij} と背景領域を表すノードTをつなぐt-linkは、各画素が背景領域に含まれる画素である確からしさを表すものであり、それらの確からしさは、その画素が肝臓領域又は背景領域のいずれかを示す画素であるかの情報がすでに与えられている場合、その与えられた情報に従って設定される。

10

【0039】

具体的には、任意の点Cは肝臓領域内に設定された画素であるので、図10に示すように、その点Cを示すノード N_{33} と肝臓領域を表すノードSとをつなぐs-linkに大きい値の確からしさを設定する。また、肝臓領域内に設定された任意の点を基準として、その肝臓領域を含むように設定した判別領域Tは、通常、肝臓領域及びその肝臓領域の周囲に存在する背景領域を含むようになっていることから、判別領域T T2の周縁の各画素を、背景領域を示す画素であろうと想定し、それらの各画素を示すノード N_{11} 、 N_{12} 、 \dots 、 N_{15} 、 N_{21} 、 N_{25} 、 N_{31} 、と背景領域を表すノードTとをつなぐt-linkに大きい値の確からしさを設定する。

20

【0040】

また、図4に示すように、点設定部20において設定された点Cから基準点A、Bをそれぞれ通る方向に延びた各線分全体のうち、基準点Aと点Cとの間、基準点Bと点Cとの間に位置する各画素は肝臓領域の内部に存在する画素であると判断することができるので、それらの各画素を示すノードと肝臓領域を表すノードSとをつなぐs-linkに大きい値の確からしさを設定し、基準点Aから点Cとは反対側に延びた部分、および基準点Bから点Cとは反対側に延びた部分に位置する各画素は肝臓領域の外部に存在する画素であると判断することができるので、それらの各画素を示すノードと肝臓領域を表すノードTとをつなぐt-linkに大きい値の確からしさを設定する。

30

【0041】

そして、肝臓領域と背景領域は互いに排他的な領域であるので、たとえば図5に点線で示すように、全てのn-link、s-link、およびt-linkのうち適当なリンクを切断してノードSをノードTから切り離すことにより、判別領域Tを肝臓領域と背景領域に分割して、肝臓領域を抽出する。ここで、切断する全てのn-link、s-link、およびt-linkにおける確からしさの合計が最も小さくなるような切断を行うことにより、最適な領域分割をすることができる。

【0042】

なお、ここでは、グラフカット法（Graph Cuts）を用いて肝臓領域を抽出する場合について例示しているが、それに代えて、たとえば特開2007-307358号公報に記載されているような動的計画法を用いて肝臓領域の輪郭を決定する等他の手法を用いて肝臓領域を抽出してもよい。

40

【0043】

次いで、上記の構成により、医用画像Pから肝臓領域を抽出する際に行われる処理の一例について説明する。

【0044】

まず、検出部12が、識別器取得部11により予め取得した、任意の医用画像中の各画素が基準点A、Bのいずれかを示す画素であるかどうかを識別できる識別器 D_A 、 D_B を用い

50

て、医用画像 P 中の基準点 A、B を検出する。次に、点設定部 20 が、上記の式 (1) により、基準点 A (x_A 、 y_A) と基準点 B (x_B 、 y_B) を用いて、医用画像 P 中の対象領域内に任意の点 C (x_C 、 y_C) (シード点) を設定する。次に、領域設定部 30 が、医用画像 P 中に、対象領域の全体を含むと思われる判別領域 T を設定する。次に、算出部 42 が、評価関数取得部 41 により予め取得した、任意の医用画像中の各画素が肝臓領域の輪郭を示す画素であるかどうかを評価できる評価関数 F を用いて、判別領域 T 内の各画素の輪郭らしさを算出する。最後に、領域抽出部 50 が、たとえばグラフカット法 (Graph Cuts) により、設定された任意の点 C および算出された各画素の輪郭らしさに基づいて、かつ、肝臓領域の輪郭が基準点 A、B を必ず通るようにして、判別領域 T から対象領域を抽出し、処理を終了する。

10

【 0 0 4 5 】

上記実施の形態によれば、入力画像中の対象領域内に任意の点を設定し、入力画像中に、対象領域の全体を含むと思われる判別領域を設定し、設定された判別領域内の各画素の輪郭らしさを、その画素の近傍画素の画素値情報に基づいて算出し、設定された任意の点および算出された各画素の輪郭らしさに基づいて、入力画像から対象領域を抽出する際に、その対象領域と同種の対象領域の輪郭上に存在し、かつ近傍領域の画素値分布に基づいて特定可能な基準点が既知である複数のサンプル画像中の、基準点を表す画素および基準点以外の点を表す画素のそれぞれについて、近傍領域の画素値分布を予め機械学習し、その機械学習の結果に基づいて入力画像中の基準点を検出し、その検出結果にさらに基づいて対象領域の抽出を行うようにしているので、対象領域の内部または外部に輪郭のような画素値分布が存在する場合であっても、対象領域の正しい輪郭上に存在する点として検出した基準点を確実に通るように、対象領域の輪郭を決定することができ、対象領域の抽出性能をより向上させることができる。

20

【 0 0 4 6 】

なお、上記実施の形態においては、本発明の対象領域抽出装置 1 を 2 次元の入力画像から対象領域を抽出するものに適用した場合について説明したが、3 次元の入力画像から対象領域を抽出するものに適用することもできる。

【 0 0 4 7 】

たとえば、3 次元の医用画像中の肝臓領域の輪郭を決定する場合、2 次元の医用画像から肝臓領域を抽出するときと同様に、全体的になめらかな曲面からなる肝臓領域の輪郭の角ばった箇所が存在する点を基準点として用いる。

30

【 0 0 4 8 】

識別器取得部 11 が、肝臓領域を含む複数の 3 次元のサンプル画像を用意し、それらのサンプル画像中の、基準点を表すボクセルおよび基準点以外の点を表すボクセルのそれぞれについて、近傍領域の画素値分布を予め機械学習することにより、サンプル画像中の各ボクセルが基準点を表すボクセルであるか否かをそのボクセルの近傍領域の画素値分布に基づいて識別する識別器を取得する。ここで、各ボクセルの近傍領域は、その近傍領域内の各ボクセルにおける画素値が変化する方向、その変化の大きさなどの、近傍領域の画素値分布に基づいてそのボクセルが基準点であるか否かを識別できる程度の大きさの 3 次元領域であることが望ましい。検出部 12 が、3 次元の医用画像上に識別器取得部 11 において取得した識別器を走査させることにより、その医用画像中の基準点を検出する。

40

【 0 0 4 9 】

また、点設定部 20 が、3 次元の医用画像の肝臓領域内に、3 次元座標系での任意の点 C を設定し、領域決定部 30 が、その 3 次元の医用画像中に、肝臓領域の全体を含むと思われる 3 次元の存在範囲を設定する。ここで、存在範囲は、その周縁形状として六面体、球体等、種々の形状を採用することができる。

【 0 0 5 0 】

また、評価関数取得部 41 が、肝臓領域を含む複数の 3 次元のサンプル画像を用意し、それらのサンプル画像中の、輪郭上の点を表すボクセルおよび輪郭以外の点を表すボクセルのそれぞれについて、近傍ボクセルの画素値情報を予め機械学習することにより、任意の

50

3次元の医用画像中の各ボクセルが肝臓領域の輪郭を示すボクセルであるかどうかを評価できる評価関数Fを取得する。ここで、近傍ボクセルの画素値情報としては、例えば、そのボクセルを中心とするX軸方向5ボクセル×Y軸方向5ボクセル×Z軸方向5ボクセルの立方体の領域内の異なる複数個のボクセルにおける画素値の組み合わせを用いることができる。次に、算出部42が、判別領域T内の各ボクセルの特徴量に基づいて、各ボクセルの輪郭らしさ、つまりそのボクセルが輪郭を示すボクセルであるかどうかの評価値を、評価関数Fを用いて算出する。

【0051】

領域抽出部50が、たとえば米国特許第6973212号明細書等に記載されている3次元のグラフカット法(Graph Cuts)により、3次元の判別領域Tを肝臓領域と背景領域とに分割する際、肝臓領域と背景領域の境界が、検出部12において検出された基準点を必ず通るようにして、判別領域Tから肝臓領域を抽出し、処理を終了する。

10

【0052】

なお、上記実施の形態では、本発明の対象領域抽出装置1を、医用画像から肝臓領域を抽出するものに適用した場合について説明したが、それに限らず、種々の入力画像から抽出したい領域、たとえば、医用画像中の各種臓器領域又は病変領域などの対象領域を抽出する場合に適用することができる。

【0053】

なお、上述したように、抽出したい対象領域の種類に応じて、その対象領域の抽出に用いられる基準点の数およびその各基準点の特徴が異なるので、2以上の対象領域を選択的に抽出する場合には、対象領域抽出装置1に備える記録手段に、対象領域の種類毎にその対象領域の抽出に用いられる基準点を予め対応付けて記録しておき、対象領域抽出装置1により対象領域を抽出する際に、ユーザーにより抽出したい対象領域を選択させ、その対象領域の抽出に適した基準点の設定を自動で行うようにしてもよい。

20

【0054】

また、医用画像中の肝臓領域の輪郭を決定する場合における上述した種々の対応についても、種々の入力画像からその領域を抽出する場合に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図1】本発明の対象領域抽出装置の実施の形態を示すブロック図

30

【図2】肝臓領域の基準点およびその近傍領域の一例を示す図

【図3】図1の領域抽出部により対象領域を抽出する一方法を説明するための図

【図4】シード点および基準点の位置に基づいてs-linkおよびt-linkの値を設定する一方法を説明するための図

【図5】図1の領域抽出部により対象領域を抽出する一方法を説明するための図

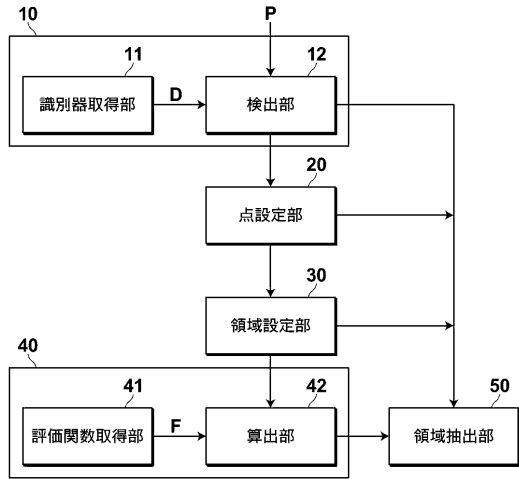
【符号の説明】

【0056】

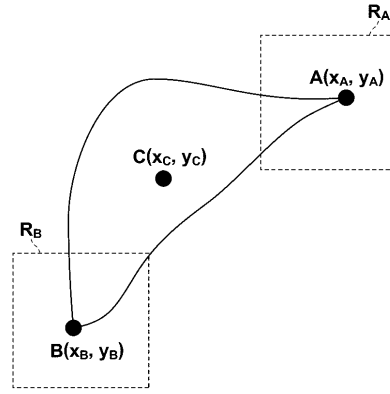
- 1 対象領域抽出装置
- 10 基準点検出部
- 20 点設定部
- 30 領域設定部
- 40 輪郭らしさ算出部
- 50 領域抽出部
- A、B 基準点
- P 医用画像
- C 肝臓領域内の任意の点
- T 判別領域

40

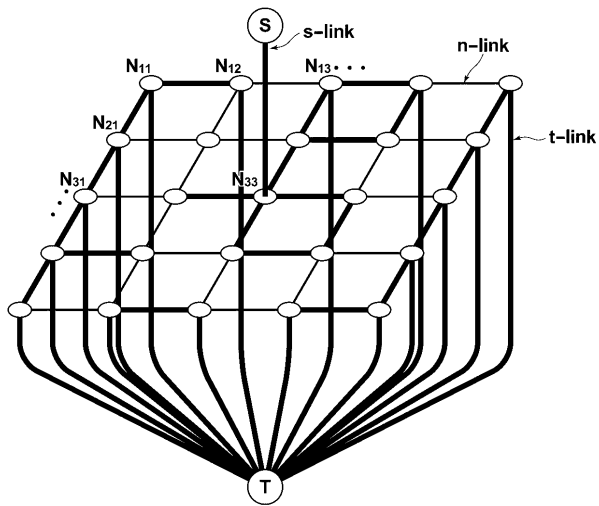
【 図 1 】



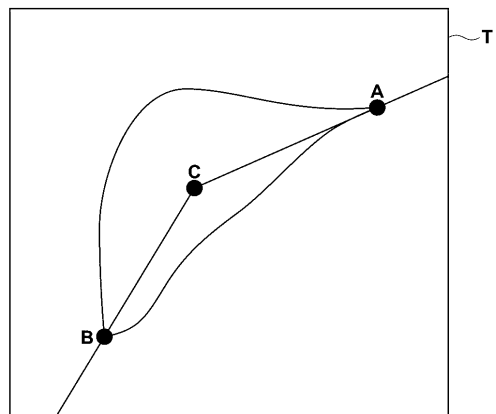
【 図 2 】



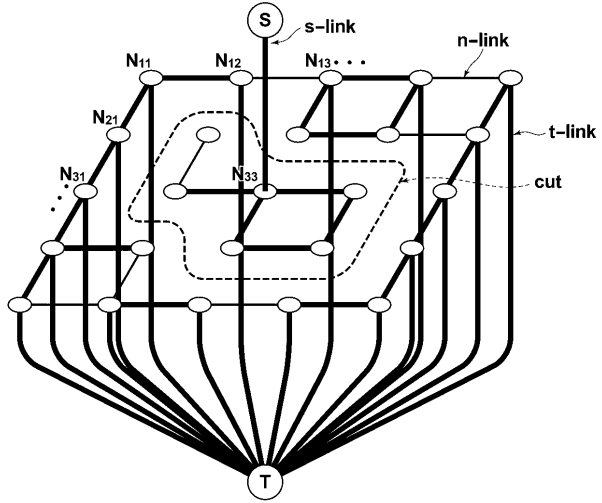
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
A 6 1 B 6/03 (2006.01) A 6 1 B 6/03 3 6 0 J

Fターム(参考) 5L096 AA06 BA06 FA06 FA10 FA12 HA11 KA04