(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
2019年8月15日(15.08.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/156140 A1

(51) 国際特許分類:
G06T 5/00 (2006.01) *H04N 1/409* (2006.01)
A61B 3/10 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/004337

(22) 国際出願日： 2019年2月7日(07.02.2019)

(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 2018-021452 2018年2月8日(08.02.2018) JP

(71) 出願人: 興和株式会社 (**KOWA COMPANY, LTD.**) [JP/JP]; 〒4608625 愛知県名古屋市中区錦３丁目６番２９号 Aichi (JP).

(72) 発明者: 薮崎 克己 (**YABUSAKI Katsumi**); 〒1890022 東京都東村山市野口町２－１７－４３ 興和株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 早川 裕司, 外 (**HAYAKAWA Yuzi** et al.); 〒1070052 東京都港区赤坂六丁目６番１５号 赤坂ウイングビル４階 特許業務法人ＳＡＮＳＵＩ国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) **Title:** IMAGE PROCESSING DEVICE, IMAGE PROCESSING METHOD, AND IMAGE PROCESSING PROGRAM

(54) 発明の名称： 画像処理装置、画像処理方法及び画像処理プログラム

[図5]

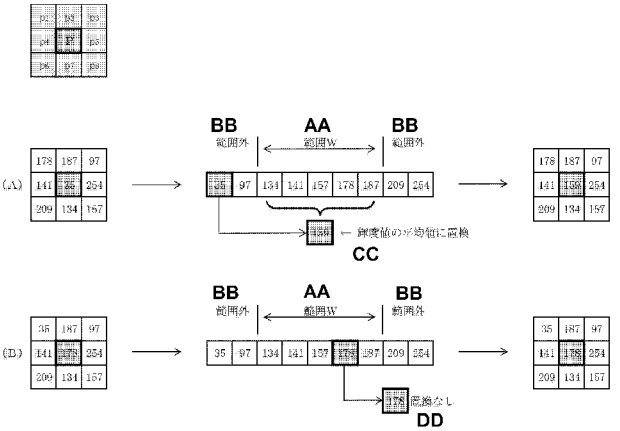


Fig. 5
AA Range
BB Out of range
CC Commutation to average of luminance values
DD No commutation

(57) **Abstract:** This image processing device comprises: an alignment means that arranges a pixel of interest and a plurality of adjacent pixels that are positioned around the pixel of interest in order by the magnitude of the luminance values thereof; a determination means that determines whether the pixel of interest is in a prescribed middle range of the pixel of interest and the plurality of pixels as arranged by the alignment means; and a commutation means that, when the pixel of interest is not in the prescribed range, commutes the luminance value of the pixel of interest on the basis of the luminance values of the pixels in the prescribed range.

(57) 要約：本発明の画像処理装置は、注目画素と、注目画素の周囲に位置する複数の隣接画素とを、それぞれの輝度値の大小にしたがって順に並べる整列手段と、注目画素が、整列手段によって並べた注目画素及び複数の隣接画素における中間の所定の範囲にあるかどうかを判断する判断手段と、注目画素が所定の範囲にない場合には、所定の範囲にある画素の輝度値に基づいて注目画素の輝度値を置き換える置換手段とを備える。

WO 2019/156140 A1

[続葉有]

QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明　細　書

発明の名称 ：

画像処理装置、画像処理方法及び画像処理プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、ノイズを含む画像を処理してノイズを低減した画像を生成するための画像処理装置、画像処理方法及び画像処理プログラムに関する。

背景技術

[0002] シグナルとノイズの比（Ｓ／Ｎ）が良好でない画像には白色点や黒色点からなるノイズが多く含まれる。これらのノイズは、例えば画像を分析・解析して何らかの情報を得るために行う画像処理の過程において、間違った分析・解析結果が導かれる原因となったり、得られた結果のばらつきを増大させる原因となったりする。特に医療分野において、観察部位の二次元画像や断層画像を得て画像診断を行う場合、異常とみなす注目する構造物は非常に小さかったり、不鮮明であったり、あるいは、幅が狭かったりする。そのような場合、ノイズ点が間違って着目する対象の構造物として抽出されてしまったり、ノイズ成分が着目する構造物を分断してしまうことにより、本来一つの構造物であったものを複数の構造物として認識させてしまったりする原因となる。そのため、いかにしてノイズを除去するかは画像処理の過程において非常に重要な課題となっている。

[0003] 従来、単一の画像に対してノイズを低減すべく行う処理としては、注目画素周辺の画素に着目して平均値をとったり、あるいは、中央値をとったりする方法が広く用いられている。これは、これらの処理により白色点や黒色点の寄与が薄まり、結果的にその領域の平均値から大きく外れるノイズが除去されることになるためである。また、連続する複数枚の画像を処理する分野、例えば眼底断層画像を扱う分野においては、例えば特許文献１に開示されているように、隣接する二枚以上の画像間において同様に画素の平均値や中央値を用いて移動平均をとることによりノイズを低減する方法がとられてき

た。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開公報ＷＯ２０１４／１１２６１１Ａ１

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、従来のこれらの方法では、画像中の注目画素の周辺情報を一律に平均化することから、画像中の構造物の輪郭をぼかしてしまったり、構造物の輝度を下げてしまったりする結果となり、注目する構造物と背景とのコントラストを下げてしまうばかりか、構造物の形、明るさ、色などの特徴そのものを損なってしまうという問題点があった。

[0006] また、断層画像などを扱う分野においては、上述のように注目する構造物の特徴を損なってしまうという問題点に加え、さらに次のような問題点もある。すなわち、連続する断層画像間の移動平均をとる方法では、複数の画像の画素を平均化することによりノイズと判断される画素を容易に除去することができ、滑らかな連続断層像を生成することはできるものの、連続する画像間で平均化処理をすることにより、注目する断層画像には含まれないがその前後の断層画像に含まれている構造物が処理後の注目する断層画像に映りこんでしまうという問題点があった。

[0007] 本発明は、このような点に鑑みてなされたものであり、画像中の構造物の特徴を維持したまま、画像中のノイズを低減することができる画像処理装置、画像処理方法及び画像処理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

[0008] 上記目的を達成するために、第一に本発明は、注目画素と、前記注目画素の周囲に位置する複数の隣接画素とを、それぞれの輝度値の大小にしたがって順に並べる整列手段と、前記注目画素が、前記整列手段によって並べた前記注目画素及び前記複数の隣接画素における中間の所定の範囲にあるかどう

かを判断する判断手段と、前記注目画素が前記所定の範囲にない場合には、前記所定の範囲にある画素の輝度値に基づいて前記注目画素の輝度値を置き換える置換手段と、を備える画像処理装置を提供する（発明１）。

[0009] 上記発明（発明１）によれば、単純に注目画素の輝度値を周辺画素（注目画素の周囲に位置する隣接画素）の輝度値を用いて平均化するのではなく、注目画素と周辺画素とを輝度値の大小の順に並べ、注目画素が中間の所定の範囲に含まれている場合には何もせず、含まれていない場合にのみ当該所定の範囲にある画素の輝度値に基づいて注目画素の輝度値を置き換えるため、画像中のノイズのみを除去することができる。その結果、画像中に存在する特徴的な構造物の形、明るさ、色などの特徴を損なうことなく、ノイズの低減処理を行うことができる。

[0010] 上記発明（発明１）においては、前記所定の範囲が、前記整列手段によって並べた前記注目画素及び前記複数の隣接画素の中央に位置する画素からその前後の同数の画素を含むように設定されることが好ましい（発明２）。

[0011] 上記発明（発明１，２）においては、前記置換手段が、前記所定の範囲にある画素の輝度値の平均値で前記注目画素の輝度値を置き換えることが好ましい（発明３）。

[0012] 上記発明（発明１～３）においては、前記注目画像の存する画像が連続する複数の断層画像のうちの一の断層画像であり、前記複数の隣接画素が、前記一の断層画像及びその前後の断層画像において空間的に前記注目画素の周囲に位置する複数の隣接画素であってもよい（発明４）。

[0013] 上記発明（発明４）によれば、連続する断層画像を扱う場合においても注目する構造物の特徴を損なわず、かつ前後の断層画像中に含まれる構造物が処理後の注目する断層画像に映り込むこともなく、ノイズ低減処理を行うことができる。

[0014] 第二に本発明は、注目画素と、前記注目画素の周囲に位置する複数の隣接画素とを、それぞれの輝度値の大小にしたがって順に並べる整列工程と、前記注目画素が、前記整列手段によって並べた前記注目画素及び前記複数の隣

接画素における中間の所定の範囲にあるかどうかを判断する判断工程と、前記注目画素が前記所定の範囲にない場合には、前記所定の範囲にある画素の輝度値に基づいて前記注目画素の輝度値を置き換える置換工程と、を備える画像処理方法を提供する（発明５）。

[0015] 上記発明（発明５）によれば、単純に注目画素の輝度値を周辺画素（注目画素の周囲に位置する隣接画素）の輝度値を用いて平均化するのではなく、注目画素と周辺画素とを輝度値の大小の順に並べ、注目画素が中間の所定の範囲に含まれている場合には何もせず、含まれていない場合にのみ当該所定の範囲にある画素の輝度値に基づいて注目画素の輝度値を置き換えるため、画像中のノイズのみを除去することができる。その結果、画像中に存在する特徴的な構造物の形、明るさ、色などの特徴を損なうことなく、ノイズの低減処理を行うことができる。

[0016] 上記発明（発明５）においては、前記所定の範囲が、前記整列手段によって並べた前記注目画素及び前記複数の隣接画素の中央に位置する画素からその前後の同数の画素を含むように設定されることが好ましい（発明６）。

[0017] 上記発明（５，６）においては、前記置換工程において、前記所定の範囲にある画素の輝度値の平均値で前記注目画素の輝度値を置き換えることが好ましい（発明７）。

[0018] 上記発明（５～７）においては、前記注目画像の存する画像が連続する複数の断層画像のうちの一の断層画像であり、前記複数の隣接画素が、前記一の断層画像及びその前後の断層画像において空間的に前記注目画素の周囲に位置する複数の隣接画素であってもよい（発明８）。

[0019] 上記発明（発明８）によれば、連続する断層画像を扱う場合においても注目する構造物の特徴を損なわず、かつ前後の断層画像中に含まれる構造物が処理後の注目する断層画像に映り込むこともなく、ノイズ低減処理を行うことができる。

[0020] 第三に本発明は、コンピュータを発明１～４のいずれか１つに係る画像処理装置として機能させるための、あるいはコンピュータに発明５～８のいず

れか１つに係る画像処理方法を実行させるための画像処理プログラムを提供する（発明９）。

発明の効果

[0021] 本発明の画像処理装置、画像処理方法及び画像処理プログラムによれば、画像中の構造物の特徴を維持したまま、画像中のノイズを低減することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明の一実施形態に係る画像処理装置の全体構成を示すブロック図である。

[図2]眼底をスキャンすることにより眼底断層画像を取得する状態を示す説明図である。

[図3]本実施形態に係る画像処理装置により単一の画像を処理する場合の注目画素と隣接画素の関係を模式的に示す説明図である。

[図4]本実施形態における画像処理の流れを示すフロー図である。

[図5]本実施形態に係る画像処理装置により、注目画素の輝度値を置き換える様子を模式的に示す説明図である。

[図6]本実施形態に係る画像処理装置により連続する複数の断層画像を処理する場合の注目画素と隣接画素の関係を模式的に示す説明図（その１）である。

[図7]本実施形態に係る画像処理装置により連続する複数の断層画像を処理する場合の注目画素と隣接画素の関係を模式的に示す説明図（その２）である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。ここでは、断層像撮影装置により被検眼の眼底Ｅの断層画像を取得し、この断層画像からノイズを除去する例について説明するが、本発明における処理の対象となる画像は眼底断層画像に限定されるものでなく、他の種類の装置で他の対象を撮影した場合にも適用することができる。

[0024] 図１は、被検眼眼底の断層画像を取得して画像処理するシステム全体を示すブロック図である。断層像撮影装置１０は、被検眼の眼底の断層像を撮影する装置（ＯＣＴ：Optical Coherence Tomography）であり、例えばフーリエドメイン方式で動作する。断層像撮影装置１０は公知であるので、その詳細な説明は省略するが、断層像撮影装置１０には、低コヒーレンス光源が設けられ、低コヒーレンス光源からの光が参照光と信号光に分割される。信号光は、図２に図示したように、眼底Ｅ上で、例えばＸ、Ｙ方向にラスタースキャンされる。眼底Ｅで走査され反射された信号光は、参照ミラーで反射した参照光と重畳され干渉光を発生し、該干渉光に基づいて眼底の深度方向（Ｚ方向）の情報を示すＯＣＴ信号が発生する。

[0025] 画像処理装置２０は、ＣＰＵ、ＲＡＭ、ＲＯＭなどで構成されたコンピュータで実現される制御部２１を有し、制御部２１は画像処理プログラムを実行することにより全体の画像処理を制御する。また、画像処理装置２０には、断層画像形成部２２が設けられる。

[0026] 断層画像形成部２２は、フーリエドメイン方式などの公知の解析方法を実行する専用の電子回路、または、前述のＣＰＵが実行する画像処理プログラムにより実現され、断層像撮影装置１０で生成されたＯＣＴ信号に基づいて、被検眼眼底の断層画像を形成する。

[0027] 例えば、図２に示したように、眼底Ｅがｙ方向にy_N（Ｎ＝１、２、・・・・、ｎ）の位置で、ｘ方向にスキャンされた場合、当該スキャン時に複数回（ｍ回）サンプリングが行われる。このｘ方向の各サンプリング時点でそれぞれｚ方向の断層画像（Ａスキャン画像）A_h（ｈ＝１、２、・・・・・、ｍ）が取得され、これらのＡスキャン画像A_hから断層画像B_N（Ｎ＝１、２、・・・・・、ｔ）が形成される。Ａスキャン画像は、例えば、ｘ方向に１画素幅、ｚ方向にｎ画素の長さで格納されるので、断層画像B_Nはｍ×ｎ画素の大きさをもつ画像となり、Ｂスキャン画像とも呼ばれる。

[0028] 断層画像形成部２２で形成されたｔ枚の断層画像B_N、あるいはこれらｔ枚の断層画像B_Nから構築される３次元のボリューム画像は、例えば半導体メモ

リ、ハードディスク装置等により構成された記憶部２３に格納される。記憶部２３は、さらに上述した画像処理プログラムなども格納する。

[0029] 画像処理装置２０には、画像処理部３０が設けられる。画像処理部３０は、整列手段３１、判断手段３２、置換手段３３を備えている。後述するように、整列手段３１は、処理対象となる画像中の注目画素と、当該注目画素の周囲に位置する複数の隣接画素とを、それぞれの輝度値の大小にしたがって順に並べ、判断手段３２は、注目画素が、整列手段によって並べた注目画素及び複数の隣接画素における中間の所定の範囲にあるかどうかを判断し、置換手段３３は、注目画素が所定の範囲にない場合には、所定の範囲にある画素の輝度値に基づいて注目画素の輝度値を置き換える。画像処理部３０における各手段あるいは各画像処理は、専用の電子回路を用いることにより、あるいは画像処理プログラムを実行することに実現される。

[0030] 表示部２４は、例えば、ＬＣＤなどのディスプレイ装置によって構成され、記憶部２３に格納された断層画像、画像処理装置２０で生成あるいは処理された画像、被験者に関する情報などの付随する情報などを表示する。

[0031] 操作部２５は、例えば、マウスやキーボード、操作ペン、ポインター、操作パネル等を有し、表示部２４に表示された画像の選択、あるいは操作者が画像処理装置２０などに指示を与えるために用いられる。

[0032] 続いて、断層像撮影装置１０により被検眼の眼底Ｅの断層像を撮影し、撮影した断層像を元に断層画像形成部２２によって生成された被検眼眼底の断層画像中のノイズを、画像処理部３０による画像処理により除去する流れを説明する。まず、得られたｔ枚の断層画像B_Nのうちの一枚を処理対象画像B_Tとして、この単一の処理対象画像B_Tからノイズを除去する流れを説明する。

[0033] 処理対象画像B_Tは、図３の（Ａ）に示すように、ｍ×ｎ画素の大きさをもつ画像である。この処理対象画像B_Tからノイズを除去する流れを図４に示す。なお、図４中のＳ１０１～Ｓ１０６が以下に述べる流れの説明におけるステップ１０１～１０６に相当する。図４に示す流れにおいて、まず整列手段

３１は、この処理対象画像B_Tにおいて注目する画素を注目画素Ｐとして一つ設定し、その注目画素Ｐの周囲に位置する画素、すなわち注目画素Ｐの上下左右に位置する画素と注目画素Ｐの四隅に接するように位置する画素の合計８個の画素を隣接画素p_i（ｉ＝１～８）として設定する（ステップ１０１）。図３（Ｂ）に、処理対象画像B_Tの左から４列目、上から３行目に設定された注目画素Ｐと、その周囲に位置する８個の隣接画素p_iの関係を示す。

[0034] なお、処理対象画像B_Tにおいて注目画素Ｐを端部に設定する場合には必ずしも隣接画素が８個設定されるわけではなく、注目画素Ｐが処理対象画像B_Tにおいて端部に設定される場合、隣接画素はその注目画素の位置に合わせて適宜８個以内で設定されてよい。例えば注目画素が処理対象画像B_Tの左から１列目、上から３行目に設定された場合には、図３（Ｃ）に示すように、注目画素Ｐの上、下、右、右斜め上、右斜め下に位置する５個の画素が隣接画素として設定される。

[0035] また、処理する画像の種類やノイズ除去の目的等に応じて注目画素の上下左右に位置する４個のみを隣接画素として設定するようにしてもよいし、注目画素の上下左右に位置する画素と注目画素の四隅に接するように位置する８個の画素に加えて、更にその外側に位置する１６個の画素を併せた２４個の画素を隣接画素として設定する等、隣接画素の設定の方法を適宜変更してもよい。

[0036] 続いて整列手段３１は、注目画素Ｐの輝度値Ｄと、８つの隣接画素p_iの輝度値d_i（ｉ＝１～８）を処理対象画像B_Tの原画像データから取得する（ステップ１０２）。

[0037] 注目画素Ｐの輝度値Ｄ及び隣接画素p_iの輝度値d_iを取得した後、整列手段３１は、注目画素Ｐの輝度値Ｄと各隣接画素p_iの輝度値d_iとに基づき、注目画素Ｐと隣接画素p_iとを輝度値の大小にしたがって順に並べる（ステップ１０３）。

[0038] 続いて判断手段３２が、注目画素Ｐが、整列手段３１によって並べた注目画素Ｐ及び隣接画素p_iにおける中間の所定の範囲にあるかどうかを判断する

（ステップ１０４）。所定の範囲は、整列手段３１によって並べた注目画素Ｐ及び隣接画素p_iの中央に位置する画素からその前後の同数の画素を含むように設定される。

[0039] 具体的には、図５（Ａ）に示すように、例えば注目画素Ｐの輝度値Ｄが３５、隣接画素p_iの輝度値d_iが順に１７８、１８７、９７、１４１、２５４、２０９、１３４、１５７である場合を想定すると、注目画素Ｐと隣接画素p_iとを輝度値の小さい方から順に左から並べると、左から注目画素Ｐ、隣接画素p_3、隣接画素p_7、隣接画素p_4、隣接画素p_8、隣接画素p_1、隣接画素p_2、隣接画素p_6、隣接画素p_5、の順に各画素が並ぶことになる。ここで、所定の範囲を、整列手段３１によって並べた注目画素Ｐ及び隣接画素p_iにおける中央に位置する画素、すなわち隣接画素p_8からその前後の２つの画素を含む合計５つの画素からなる範囲Ｗに設定すると、注目画素Ｐはその範囲Ｗにはないと判断手段３２によって判断される。一方、図５（Ｂ）に示すように、注目画素Ｐの輝度値Ｄと隣接画素p_1の輝度値d_1とが図５（Ａ）とは逆になっており、注目画素Ｐの輝度値Ｄが１７８、隣接画素p_iの輝度値d_iが順に３５、１８７、９７、１４１、２５４、２０９、１３４、１５７である場合を想定すると、注目画素Ｐと隣接画素p_iとを輝度値の小さい方から順に左から並べると、左から隣接画素p_1、隣接画素p_3、隣接画素p_7、隣接画素p_4、隣接画素p_8、注目画素Ｐ、隣接画素p_2、隣接画素p_6、隣接画素p_5、の順に各画素が並ぶ。この場合には注目画素Ｐはその範囲Ｗにあると判断手段３２によって判断される。

[0040] 判断手段３２が、注目画素Ｐが範囲Ｗにないと判断した場合、置換手段３３は、範囲Ｗにある５つの画素の平均値を算出する（ステップ１０５）。そして、算出した平均値をもって注目画素Ｐの輝度値を置き換えた画像を生成し（ステップ１０６）、記憶部２３に保存する。例えば、図５（Ａ）に示す例では、注目画素は範囲Ｗの範囲外にあり、範囲Ｗにある５つの画素の平均値は１５９であるので、注目画素Ｐの輝度値を１５９に置き換えた画像が生成される。

[0041] 一方、判断手段３２が、注目画素Ｐが範囲Ｗにあると判断した場合は、注目画素Ｐの輝度値は平均値に置き換えることなく、そのままとする。例えば、図５（Ｂ）に示す例では、注目画素は範囲Ｗの範囲内にあるので、注目画素Ｐの輝度値を１７８のままとなる。

[0042] なお、本実施形態では、置換手段３３が、所定の範囲Ｗにある５つの画素の輝度値の平均値で注目画素Ｐの輝度値を置き換えたが、これに限られるものではなく、画像の質や抽出したい構造物の性状（形、明るさ、大きさ等）によっては、例えば、範囲Ｗの中央に位置する画素の輝度値で注目画素Ｐの輝度値を置き換えたり、範囲Ｗの中央３画素の平均値に基づいて置き換えたりしてもよい。

[0043] 上述の処理を、処理対象画像B_Tにおいて、例えば左上端の画素から順に全ての画素を注目画素として設定しながら繰り返し、最終的に処理対象画像B_Tの全体においてノイズ除去処理を行った画像が生成される。

[0044] このように本発明は、処理対象となる画像中の注目画素の輝度値をその周囲に位置する隣接画素の輝度値を用いて単純に平均化するのではなく、注目画素及びその周囲に位置する隣接画素をその輝度値の大小の順に並べ、注目画素が中間の所定の範囲に含まれている場合には何もせず、含まれていない場合にのみ当該所定の範囲にある画素の輝度値に基づいて注目画素の輝度値を置き換えるものである。その結果、画像中に存在する特徴的な構造物の形、明るさ、色などの特徴を損なうことなく、ノイズの低減処理を行うことができる。

[0045] つまり、注目画素が白色点や黒色点からなるノイズであれば、その周囲に位置する隣接画素の輝度値とは大きく異なる輝度値を有している可能性が高く、このような周囲の傾向からずれた輝度値を有する画素は、注目画素及び隣接画素をその輝度値の大小の順に並べれば、その並びの中で端に位置することになる。そこで本発明は、注目画素が所定の範囲内にあれば、その注目画素はノイズでないと考えられるため、注目画素の輝度値を置き換えず、注目画素が所定の範囲内になければ、注目画素がノイズである可能性が高いた

め、注目画素の輝度値を周囲の傾向に合わせた輝度値に置き換えることで、画像中のノイズのみを除去することができる。その結果、画像中に存在する特徴的な構造物の形、明るさ、色などの特徴を損なうことなく、ノイズの低減処理を行うことができる。

[0046] なお、本実施形態では断層像撮影装置１０により取得した断層画像B_Nのうちの一枚を処理対象画像B_Tとしたが、走査型レーザー検眼鏡（ＳＬＯ：Scanning Laser Ophthalmoscope）により取得した眼底平面画像を処理対象画像としてここまでと同様の画像処理を行い、ノイズを除去することもできる。

[0047] ＜第１変形例＞

ここまで単一の処理対象画像B_Tからノイズを除去する流れを説明したが、以下においては、図２に示すように空間的に連続しているところから得られたｔ枚の断層画像B_Nのうちの一枚を処理対象画像B_Tとして、その前後の断層画像B_{T-1}及び断層画像B_{T+1}も併せて用いて、注目画素及び隣接画素を設定する方法を説明する。断層画像B_{T-1}及び断層画像B_{T+1}は、図２に示したｙ方向において処理対象画像B_Tに連続する断層画像であり、処理対象画像B_Tと同様にｍ×ｎ画素の大きさをもつ画像である。本変形例における画像処理に用いられる断層像撮影装置１０や画像処理装置２０は、前述のものと同じ構成を有するため、詳細な説明は省略するが、断層画像B_{T-1}、処理対象画像B_T及び断層画像B_{T+1}はいずれも記憶部２３に格納されている。

[0048] 本変形例においては、処理対象画像B_Tにおいて注目する画素を注目画素Ｑとして一つ設定し、当該処理対象画像B_T及びその前後の断層画像B_{T-1}及び断層画像B_{T+1}において空間的に注目画素の周囲に位置する合計２６個の画素を隣接画素q_i（ｉ＝１～２６）として設定する。

[0049] すなわち、本変形例における隣接画素q_iは、処理対象画像B_Tにおいて注目画素Ｑの上下左右に位置する画素及び注目画素の四隅に接するように位置する画素の合計８個の画素に加え、断層画像B_{T-1}及び断層画像B_{T+1}を処理対象画像B_Tに並べたときに空間的に注目画素Ｑの周囲に位置することとなる合計１８個の画素を含めた合計２６個の画素である。図５に、処理対象画像

B_Tの左から４列目、上から３行目に設定された注目画素Ｑと、当該処理対象画像B_T及びその前後の断層画像B_{T-1}及び断層画像B_{T+1}において空間的に注目画素Ｑの周囲に位置する２６個の隣接画素q_iの関係を示す。また、処理対象画像B_T及びその前後の断層画像B_{T-1}及び断層画像B_{T+1}を並べた状態から注目画素Ｑと隣接画素q_iだけを切り出した状態を図６に示す。

[0050] なお、処理対象画像B_Tにおいて注目画素Ｑを端部に設定する場合には必ずしも隣接画素が２６個設定されるわけではなく、注目画素Ｑが処理対象画像B_Tにおいて端部に設定される場合、隣接画素はその注目画素の位置に合わせて適宜２６個以内で設定されてよい。また、前後に連続する断層画像が存在しない場合も隣接画素はその注目画素の位置に合わせて適宜２６個以内で設定されてよい。さらに、処理する画像の種類やノイズ除去の目的等に応じて隣接画素の設定の方法を適宜変更してもよい。

[0051] このように注目画素Ｑと隣接画素q_iを設定した場合にも、図４に示した流れに沿って、画像処理部３０による画像処理によりノイズを除去することができる。画像処理の流れは単一の処理対象画像B_Tからノイズを除去する流れと同様であるため省略する。

[0052] このように連続する断層画像を扱う場合においても、本実施形態に係る画像処理装置及び画像処理方法を適用することにより、画像中のノイズのみを除去することができる。その結果、画像中に存在する特徴的な構造物の形、明るさ、色などの特徴を損なうことなく、かつ前後の断層画像中に含まれる構造物が処理後の注目する断層画像に映り込むこともなく、ノイズ低減処理を行うことができる。

[0053] ＜第２変形例＞

ここまでは断層像撮影装置１０により取得した断層画像B_Nを処理対象としてきたが、ＯＣＴアンギオグラフィ（ＯＣＴＡ：Optical Coherence Tomography Angiography）を用いて生成された網膜血管の正面画像（En Face画像）に対して画像処理を行ない、当該画像からノイズを除去することもできる。ＯＣＴアンギオグラフィは、蛍光剤を使用せずに血管造影のような画像を生

成するものであり、上記実施形態において説明した断層像撮影装置１０を用いて被検眼の眼底Ｅの同一箇所を連続で複数枚撮影し、取得された数ｍｓの時間差断層画像（Ｂスキャン画像）における変化を血流変化とみなして正面画像を生成する。

[0054] 具体的には、被検眼の眼底Ｅの同一箇所を連続で複数枚撮影したＢスキャン画像群に対し、公知の変化検出方法、例えば、ＯＭＡＧ（Optical Microangiography）法や、ＳＳＡＤＡ（Split-spectrum Amplitude-decorrelation Angiography）法等を適用して一の血流断層画像を生成する。これを観察対象領域に対してｙ方向にスキャン位置を変えながら繰り返し、得られた連続する複数の血流断層画像から一つの三次元データセットを生成する。すなわち、三次元データセットは被検眼の眼底Ｅの観察対象領域を立体的にモデル化したデータである。

[0055] Ｂスキャン画像群を構成するそれぞれのＢスキャン画像が図２におけるｘｚ平面の断層画像である場合、当該Ｂスキャン画像群から生成される血流断層画像もｘｚ平面の断層画像となるが、三次元データセットから今度はｚ方向に連続する複数のｘｙ平面の断層画像として血流断層画像を生成する。このｚ方向に連続する複数のｘｙ平面の血流断層画像を重層することにより網膜血管の正面画像が生成される。

[0056] 重層される複数のｘｙ平面の血流断層画像のうちの一枚の血流断層画像を第１変形例における処理対象画像B_Tとし、その血流断層画像を挟むように重なる前後の血流断層画像を断層画像B_{T-1}及び断層画像B_{T+1}とすれば、前述の第１変形例において説明したものと同様の画像処理方法をＯＣＴアンギオグラフィにより生成された網膜血管の正面画像に適用することができ、当該正面画像中のノイズのみを除去することができる。

[0057] 以上、本発明に係る画像処理装置及び画像処理方法について図面に基づいて説明してきたが、本発明は上記実施形態に限定されることはなく、種々の変更実施が可能である。

[0058] 例えば、処理対象画像B_Tに対して、前後の断層画像B_{T+1}、B_{T-1}だけでは

なく、更にその前後の断層画像B_{T+2}、B_{T-2}に含まれる画素も隣接画素として設定してもよい。あるいは、あえて前後の断層画像B_{T+1}、B_{T-1}に含まれる画素は隣接画素として設定せずに断層画像B_T、B_{T+2}、B_{T-2}に含まれる画素のみで隣接画素を設定してもよい。逆に計算の簡略化のため、処理対象画像B_TおよびB_T対して片側に隣接する断層画像B_{T+1}、の２枚の画像の中からのみ隣接画素を設定してもよい。

産業上の利用可能性

[0059] 本発明はシグナルとノイズの比（Ｓ／Ｎ）が良好でない画像を用いる画像診断においてノイズを効率よく除去する方法として利用することが可能である。特に、強力な光源を照明光として利用することが困難な眼底画像診断、および、眼底断層像診断においてはＳ／Ｎが不良の画像中の微小な構造物の形状、ならびに、個数を診断しなくてはならないケースが多いため、本発明は強力な画像ノイズ除去法として利用できることが期待できる。

符号の説明

[0060] １０ 断層像撮影装置

２０ 画像処理装置

２１ 制御部

２２ 断層画像形成部

２３ 記憶部

２４ 表示部

２５ 操作部

３０ 画像処理部

３１ 整列手段

３２ 判断手段

３３ 置換手段

請求の範囲

[請求項1] 注目画素と、前記注目画素の周囲に位置する複数の隣接画素とを、それぞれの輝度値の大小にしたがって順に並べる整列手段と、

前記注目画素が、前記整列手段によって並べた前記注目画素及び前記複数の隣接画素における中間の所定の範囲にあるかどうかを判断する判断手段と、

前記注目画素が前記所定の範囲にない場合には、前記所定の範囲にある画素の輝度値に基づいて前記注目画素の輝度値を置き換える置換手段と、を備える画像処理装置。

[請求項2] 前記所定の範囲が、前記整列手段によって並べた前記注目画素及び前記複数の隣接画素の中央に位置する画素からその前後の同数の画素を含むように設定されることを特徴とする、請求項１に記載の画像処理装置。

[請求項3] 前記置換手段が、前記所定の範囲にある画素の輝度値の平均値で前記注目画素の輝度値を置き換えることを特徴とする、請求項１又は２に記載の画像処理装置。

[請求項4] 前記注目画像の存する画像が連続する複数の断層画像のうちの一の断層画像であり、

前記複数の隣接画素が、前記一の断層画像及びその前後の断層画像において空間的に前記注目画素の周囲に位置する複数の隣接画素であることを特徴とする、請求項１～３のいずれか１項に記載の画像処理装置。

[請求項5] 注目画素と、前記注目画素の周囲に位置する複数の隣接画素とを、それぞれの輝度値の大小にしたがって順に並べる整列工程と、

前記注目画素が、前記整列手段によって並べた前記注目画素及び前記複数の隣接画素における中間の所定の範囲にあるかどうかを判断する判断工程と、

前記注目画素が前記所定の範囲にない場合には、前記所定の範囲に

ある画素の輝度値に基づいて前記注目画素の輝度値を置き換える置換工程と、を備える画像処理方法。

[請求項6] 前記所定の範囲が、前記整列手段によって並べた前記注目画素及び前記複数の隣接画素の中央に位置する画素からその前後の同数の画素を含むように設定されることを特徴とする、請求項５に記載の画像処理方法。

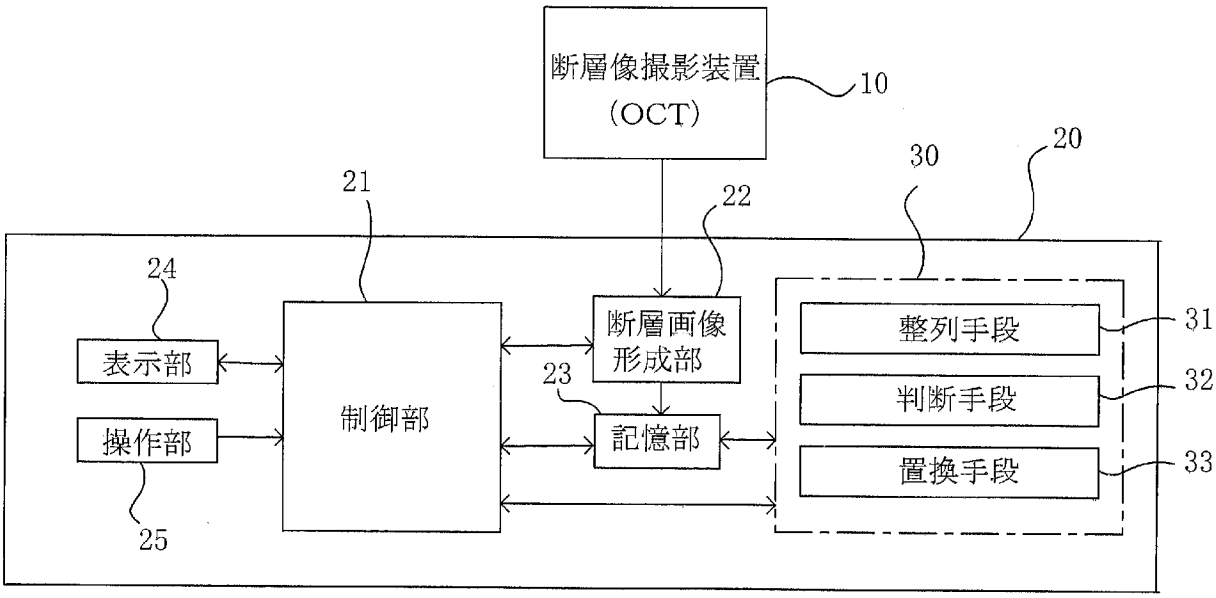
[請求項7] 前記置換工程において、前記所定の範囲にある画素の輝度値の平均値で前記注目画素の輝度値を置き換えることを特徴とする、請求項５又は６に記載の画像処理方法。

[請求項8] 前記注目画像の存する画像が連続する複数の断層画像のうちの一の断層画像であり、

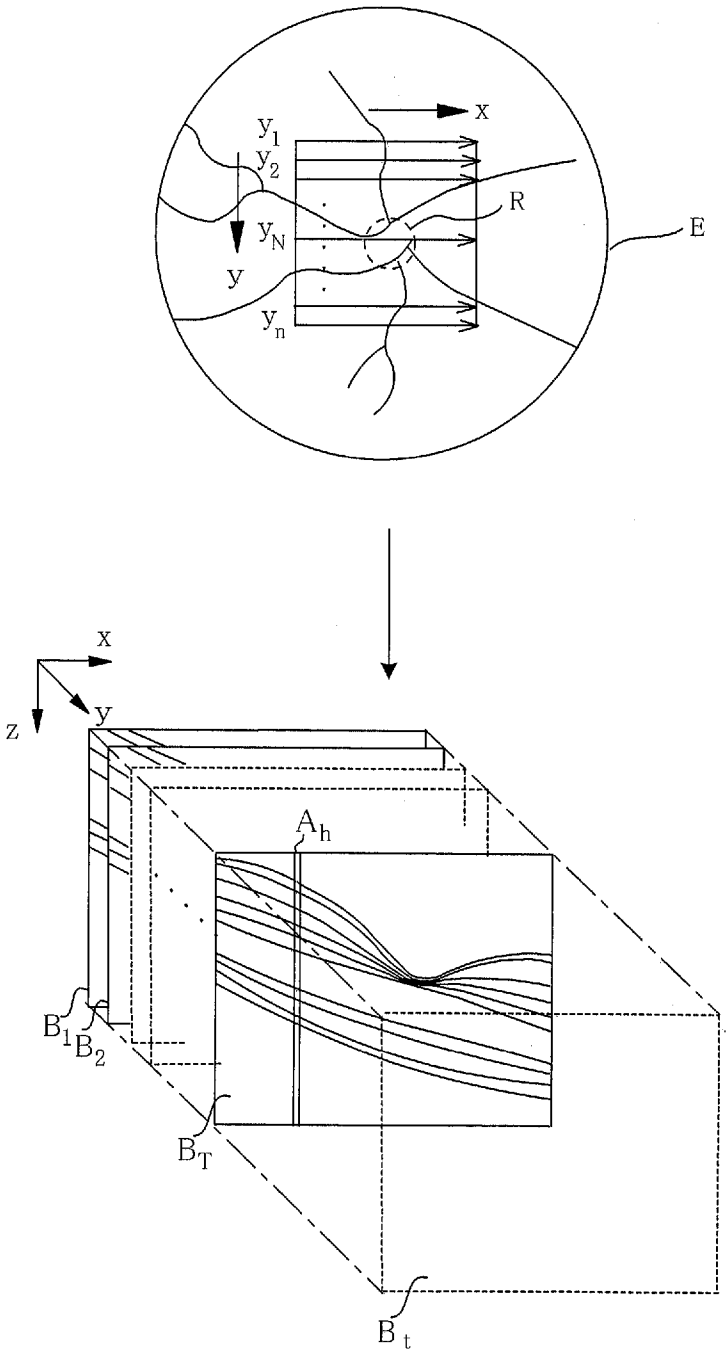
前記複数の隣接画素が、前記一の断層画像及びその前後の断層画像において空間的に前記注目画素の周囲に位置する複数の隣接画素であることを特徴とする、請求項５～７のいずれか１項に記載の画像処理方法。

[請求項9] コンピュータを請求項１～４のいずれか１項に記載の画像処理装置として機能させるための、あるいはコンピュータに請求項５～８のいずれか１項に記載の画像処理方法を実行させるための画像処理プログラム。

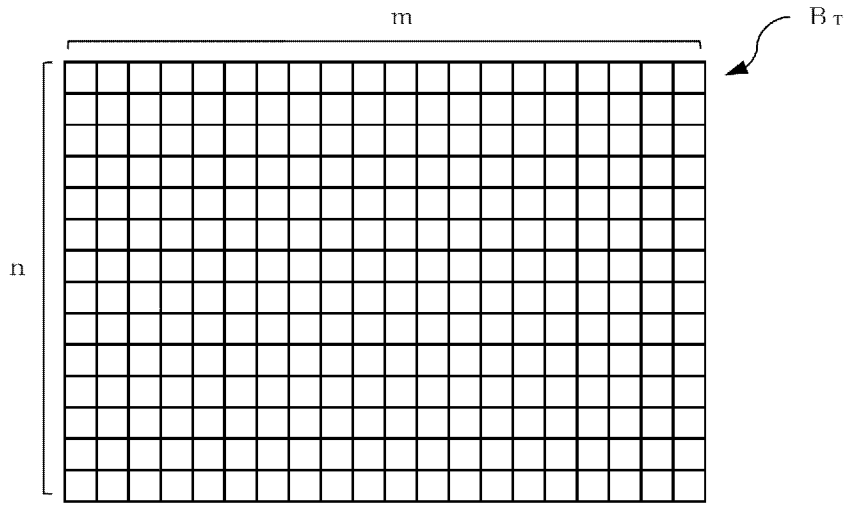
[図1]


断層像撮影装置
(OCT)
10
20
30
21
22
24
表示部
操作部
25
制御部
断層画像
形成部
23
記憶部
整列手段
判断手段
置換手段
31
32
33

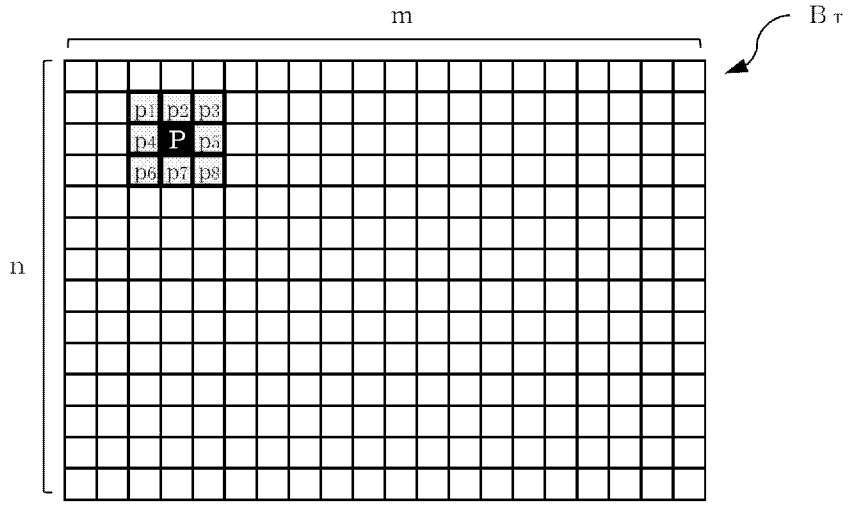
[図2]



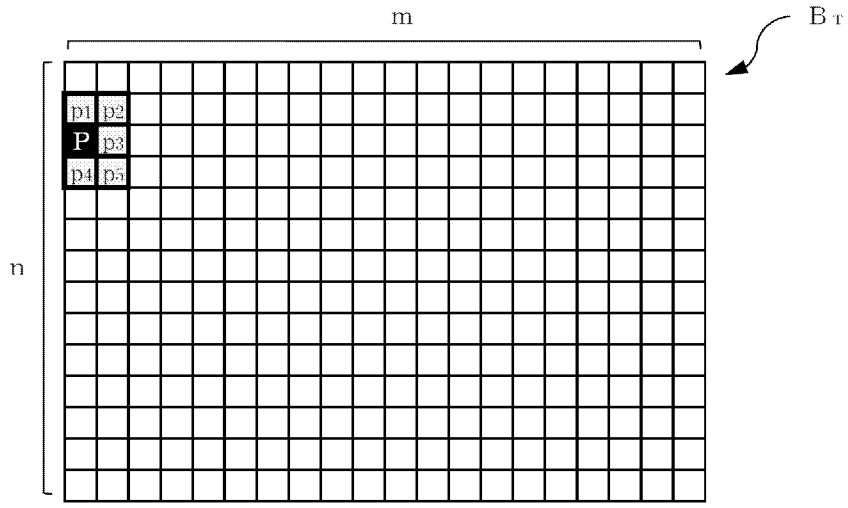
[図3]



(A)

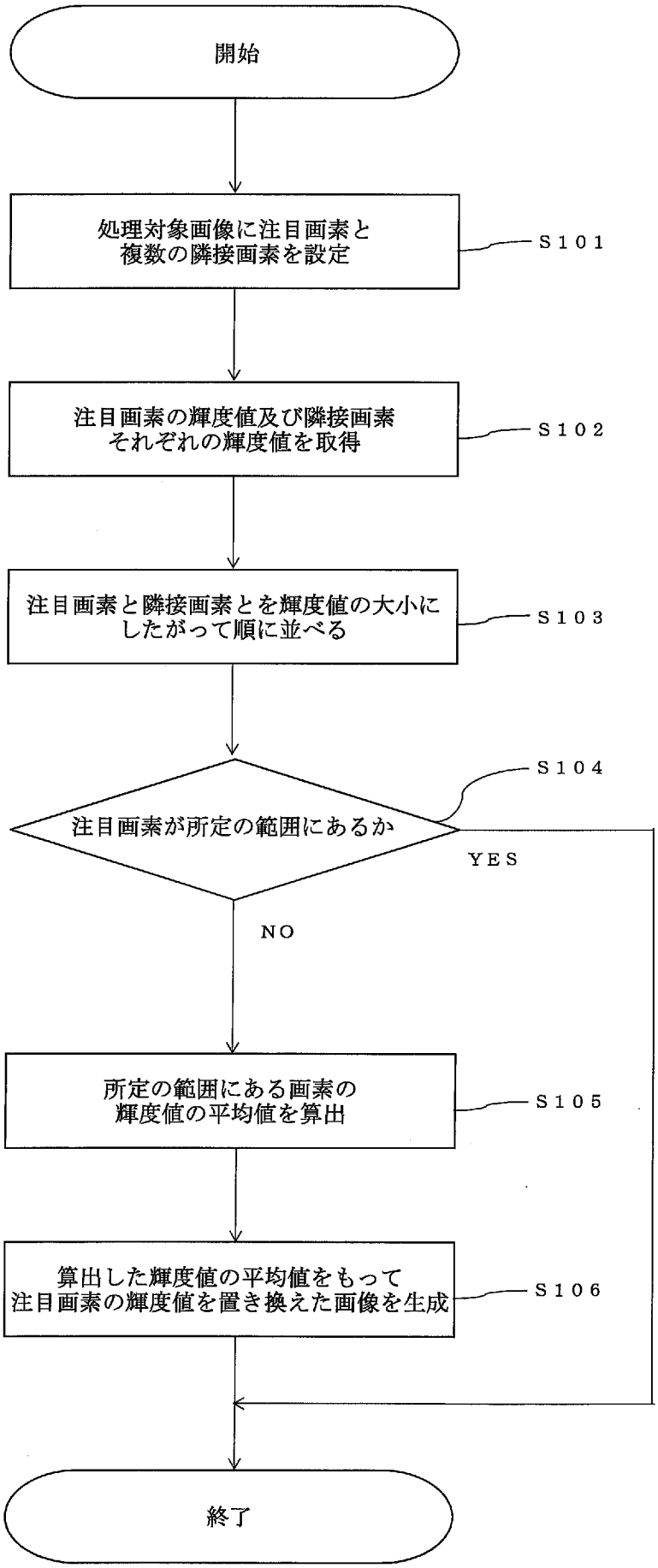


(B)

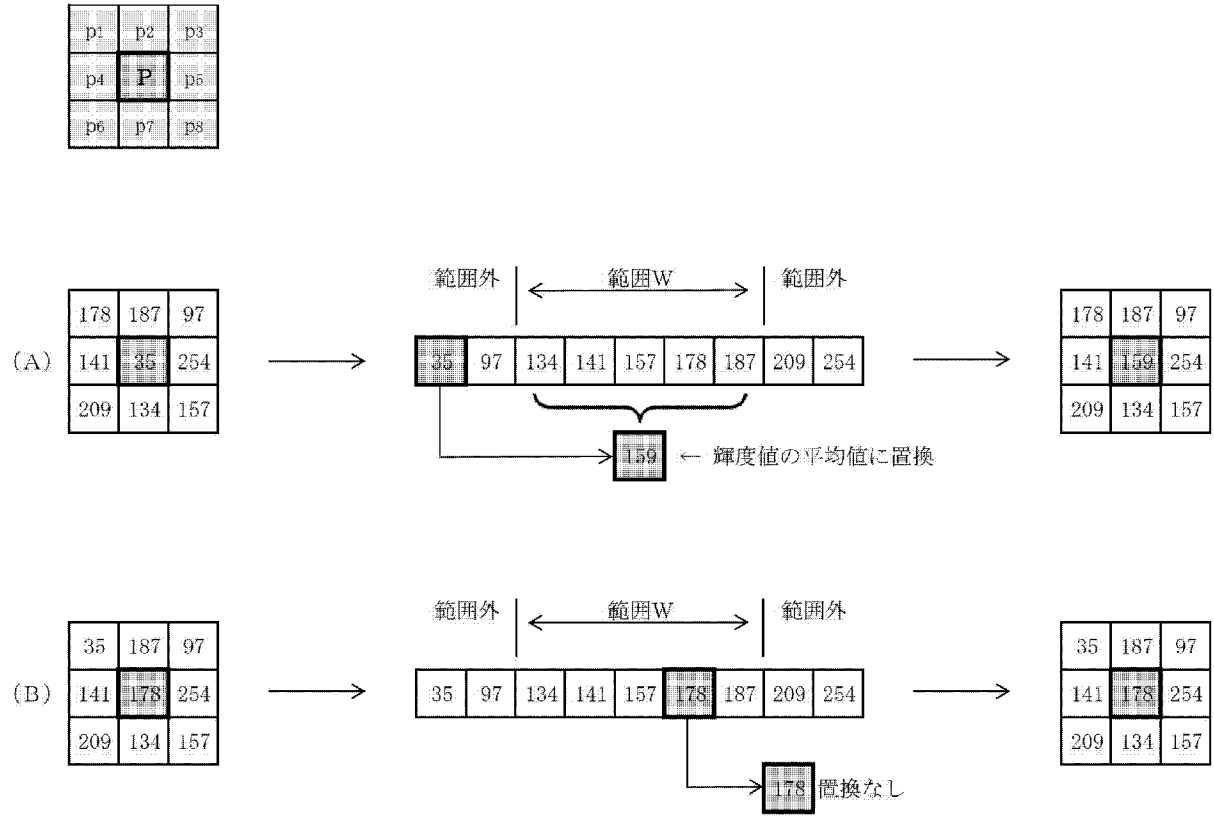


(C)

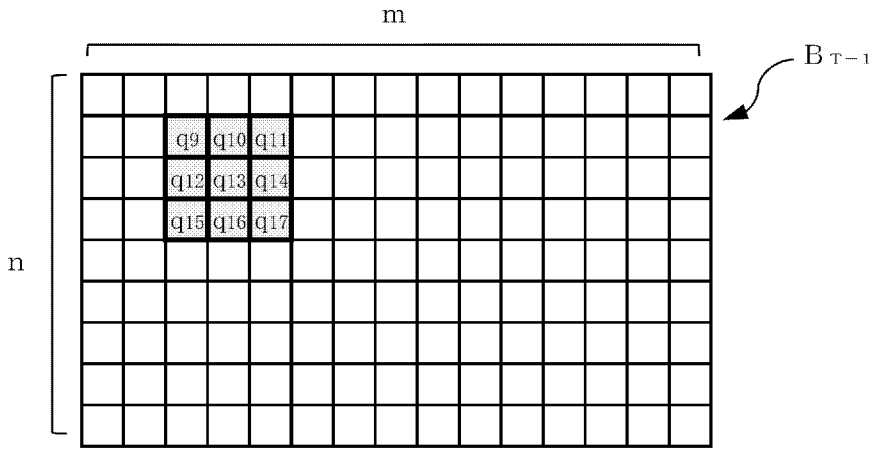
[図4]


開始
処理対象画像に注目画素と
複数の隣接画素を設定
S101
注目画素の輝度値及び隣接画素
それぞれの輝度値を取得
S102
注目画素と隣接画素とを輝度値の大小に
したがって順に並べる
S103
S104
注目画素が所定の範囲にあるか
YES
NO
所定の範囲にある画素の
輝度値の平均値を算出
S105
算出した輝度値の平均値をもって
注目画素の輝度値を置き換えた画像を生成
S106
終了

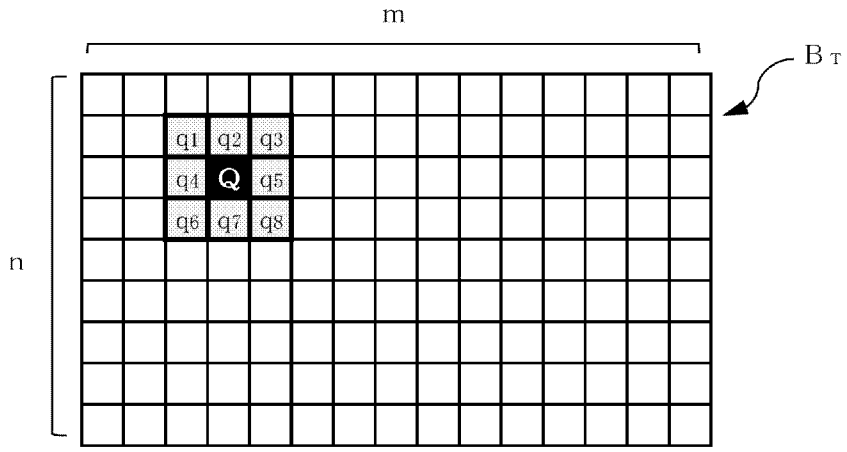
[図5]


p1 p2 p3
p4 P p5
p6 p7 p8
(A)
178 187 97
141 35 254
209 134 157
範囲外
範囲W
範囲外
35 97 134 141 157 178 187 209 254
159
← 輝度値の平均値に置換
178 187 97
141 159 254
209 134 157
(B)
35 187 97
141 178 254
209 134 157
範囲外
範囲W
範囲外
35 97 134 141 157 178 187 209 254
178
置換なし
35 187 97
141 178 254
209 134 157

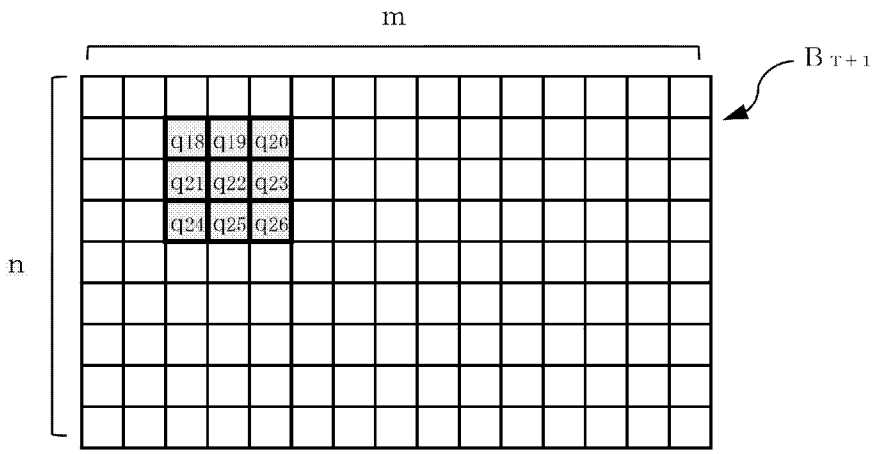
[図6]


m
n
B_{T-1}
q9 q10 q11
q12 q13 q14
q15 q16 q17

(A)

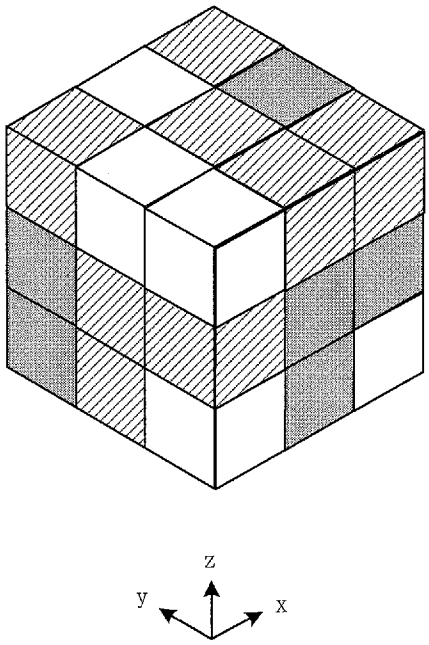

m
n
B_T
q1 q2 q3
q4 Q q5
q6 q7 q8

(B)

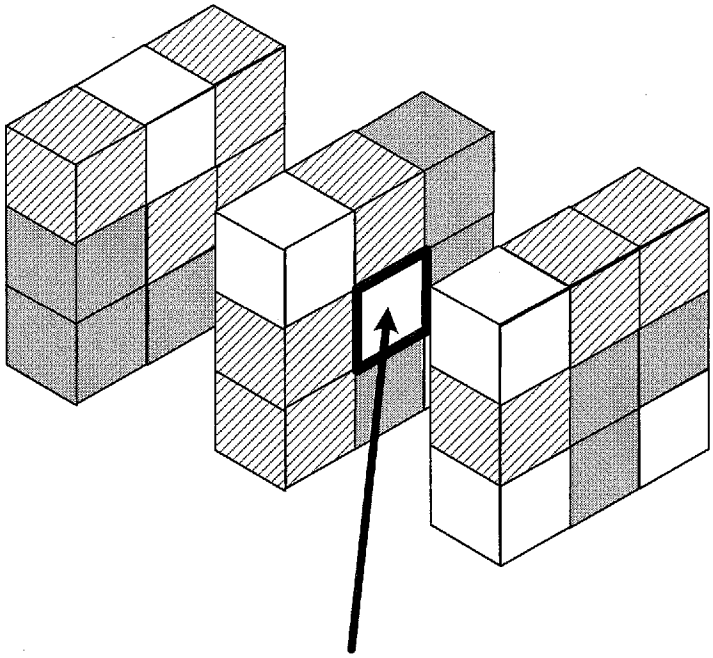

m
n
B_{T+1}
q18 q19 q20
q21 q22 q23
q24 q25 q26

(C)

[図7]



(A)



(B)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/004337

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G06T5/00(2006.01)i, A61B3/10(2006.01)i, H04N1/409(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)
Int.Cl. G06T5/00, A61B3/10, H04N1/409

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JSTPlus (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-029704 A (SONY CORP.) 10 February 2011, entire text, all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2004-166010 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 10 June 2004, entire text, all drawings (Family: none)	1-9
A	JP 2013-197680 A (FUJITSU LTD.) 30 September 2013, entire text, all drawings (Family: none)	1-9
A	WO 2014/112611 A1 (KOWA CO., LTD.) 24 July 2014, entire text, all drawings & US 2015/0325014 A1, entire text, all drawings & EP 2947866 A1	1-9

☐ 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 01 April 2019 (01.04.2019)	Date of mailing of the international search report 16 April 2019 (16.04.2019)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／００４３３７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G06T5/00(2006.01)i, A61B3/10(2006.01)i, H04N1/409(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.　G06T5/00, A61B3/10, H04N1/409

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	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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）

JSTPlus（JDreamIII）

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
A	JP 2011-029704 A（ソニー株式会社）2011.02.10, 全文、全図（ファミリーなし）	1-9
A	JP 2004-166010 A（松下電器産業株式会社）2004.06.10, 全文、全図（ファミリーなし）	1-9
A	JP 2013-197680 A（富士通株式会社）2013.09.30, 全文、全図（ファミリーなし）	1-9

☑　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
０１．０４．２０１９	１６．０４．２０１９

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　４１８９
佐田　宏史
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	WO 2014/112611 A1 (興和株式会社) 2014.07.24, 全文、全図 & US 2015/0325014 A1, 全文, 全図 & EP 2947866 A1	1-9