

(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
2016 年 9 月 9 日(09.09.2016)



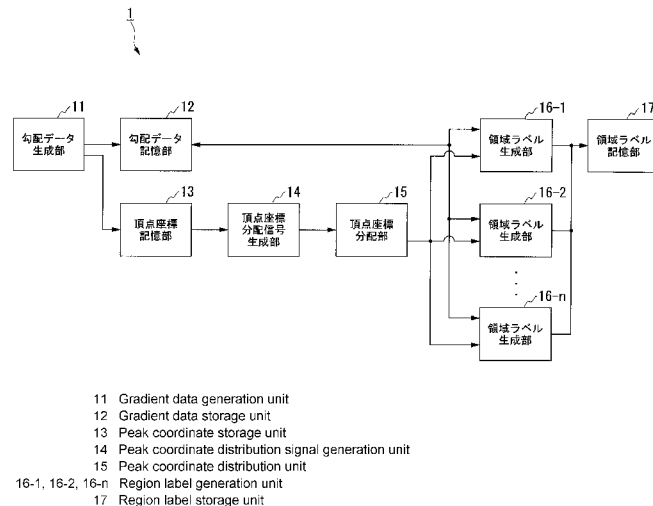
(10) 国際公開番号
WO 2016/139770 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 7/60 (2006.01) **G06F 9/50** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/056322
- (22) 国際出願日: 2015 年 3 月 4 日(04.03.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: オリンパス株式会社(OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 伊藤 大(ITO Dai); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP). 蓼沼 樹(TADENUMA Tatsuki); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 棚井 澄雄, 外(TANAI Sumio et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, 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).

[続葉有]

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: 画像処理装置



(57) Abstract: The present invention is provided with the following: a gradient data generation unit that sequentially targets each pixel included in an input image, and on the basis of the luminance value of a targeted pixel and the luminance values of other pixels located at the perimeter of the targeted pixel, generates gradient data in which each of the pixels included in the image is expressed using a first label of a value indicating a direction toward a pixel having a high luminance value or a second label of a value indicating that the luminance value of one pixel is higher than all pixels located at the perimeter thereof; a plurality of region label generation units that set the pixels represented by the second label as peak pixels, divide regions within the image into regions which each include pixels that fall under the same peak pixel on the basis of peak coordinates that represent the location of the peak pixels, and generate region label data in which each of pixels included in a divided region is expressed by a third label of a value indicating that the pixels fall under the same peak pixel; and a peak pixel distribution unit which, in order to equalize the load of computation executed by the region label generation units to divide the regions in the image into the regions which each include pixels that fall under the same peak pixel, distributes the peak pixels on which computation will be executed among the region label generation units.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/139770 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

入力された画像に含まれるそれぞれの画素に順次注目し、注目した画素の輝度値と、注目した画素の周囲に位置する他の画素の輝度値とに基づいて、輝度値が高い画素に向かう方向を示す値の第 1 のラベル、または周囲に位置する全ての画素よりも輝度値が高いことを示す値の第 2 のラベルで、画像に含まれるそれぞれの画素を表した勾配データを生成する勾配データ生成部と、第 2 のラベルで表された画素のそれぞれを頂点画素とし、頂点画素の位置を表す頂点座標に基づいて、画像内の領域を、同じ頂点画素に属する画素が含まれる領域に分割し、分割した領域に含まれるそれぞれの画素を、同じ頂点画素に属する画素であることを示す値の第 3 のラベルで表した領域ラベルデータを生成する複数の領域ラベル生成部と、それぞれの領域ラベル生成部が、画像内の領域を同じ頂点画素に属する画素が含まれる領域に分割する演算の負荷が均等になるように、演算を行う対象の頂点画素のそれぞれを、領域ラベル生成部のそれぞれに分配する頂点画素分配部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：画像処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、画像処理装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から、処理時間がデータの量に依存するような画像処理がある。このため、画像処理装置に備えた複数の演算リソースのそれぞれが行う演算負荷が均等になるようにデータを分配し、それぞれの演算リソースによる演算を並列に行うことによって全体の処理時間の短縮を図る方法が提案されている。

[0003] 例えば、特許文献１には、ボリュームデータを構成するボクセルのうち、表示対象物を投影したときの投影面側から見える表面に位置する表面ボクセルの個数がほぼ均等になるように分割することによって、それぞれの演算リソースを遊休させることなく稼働させる３次元画像生成装置の技術が開示されている。

[0004] 一方、画像処理の分野には、画像データを輝度値などのデータに基づいて複数の領域に分割する領域分割処理と呼ばれる処理がある。この領域分割処理は、例えば、細胞の解析など、様々な分野で応用されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：日本国特開平０９－０１６８０５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、特許文献１に開示された技術は、Ｘ線ＣＴ（Computed Tomography）装置などによって計測された人体などの画像をボリュームレンダリングで処理して描画（表示）する方法の技術である。そして、特許文献１に開示された技術では、人体内の組織の不透明度などに

閾値を設定し、不透明度の値が閾値以上である組織を表示対象物として定めることによって、表示対象物が存在する範囲が決定され、三次元の画像を生成する際の計算量の推定が可能となることに着目している。つまり、特許文献 1 に開示された技術は、ボリュームレンダリングの処理に特有の計算量を推定方法に関する技術である。なお、特許文献 1 には、演算負荷がほぼ均等になるように、推定した計算量に基づいて処理をそれぞれの演算リソースに割り当てる具体的な方法に関しては、開示されていない。

[0007] このため、特許文献 1 に開示された技術を、領域分割処理における演算負荷の推定にそのまま適用することは困難である。つまり、例えば、グレースケール画像などに対する領域分割処理では、特許文献 1 に開示された技術による演算負荷の推定を行うことができない。

[0008] 本発明は、上記の課題に基づいてなされたものであり、領域分割処理における処理時間の短縮を目的として複数の演算リソースで並列に演算を行う場合に、それぞれの演算リソースを遊休させることなく稼働させ、全体の処理時間を短縮することができる画像処理装置を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の第 1 の態様の画像処理装置は、入力された画像に含まれるそれぞれの画素に順次注目し、注目した前記画素の輝度値と、注目した前記画素の周囲に位置する他の前記画素の輝度値とに基づいて、輝度値が高い前記画素に向かう方向を示す値の第 1 のラベル、または周囲に位置する全ての前記画素よりも輝度値が高いことを示す値の第 2 のラベルで、前記画像に含まれるそれぞれの前記画素を表した勾配データを生成する勾配データ生成部と、前記第 2 のラベルで表された前記画素のそれぞれを頂点画素とし、前記頂点画素の位置を表す頂点座標に基づいて、前記画像内の領域を、同じ前記頂点画素に属する前記画素が含まれる領域に分割し、分割した前記領域に含まれるそれぞれの前記画素を、同じ前記頂点画素に属する前記画素であることを示す値の第 3 のラベルで表した領域ラベルデータを生成する複数の領域ラベル生成部と、それぞれの前記領域ラベル生成部が、前記画像内の領域を同じ前

記頂点画素に属する前記画素が含まれる領域に分割する演算の負荷が均等になるように、演算を行う対象の前記頂点画素のそれぞれを、前記領域ラベル生成部のそれぞれに分配する頂点画素分配部と、を備える。

[0010] 本発明の第2の態様によれば、上記第1の態様の画像処理装置において、前記頂点画素分配部は、前記頂点画素を中心としたときに、中心とした前記頂点画素から予め定めた範囲内の領域に位置する他の前記頂点画素の数に基づいて、中心とした前記頂点画素に属する前記画素の領域の大きさを表す領域面積を、それぞれの前記頂点画素ごとに推定する領域面積推定部と、それぞれの前記領域面積に基づいて、演算を行う対象の前記頂点画素に対応する前記領域面積の差が最小になるように、それぞれの前記頂点画素を前記領域ラベル生成部のそれぞれに割り当て、割り当てた前記領域ラベル生成部を表す分配信号を、それぞれの前記頂点画素に対応する前記頂点座標に付与する頂点座標分配スケジューリング部と、それぞれの前記頂点座標に付与された前記分配信号に基づいて、前記分配信号が表す前記領域ラベル生成部に前記頂点座標を出力する頂点座標分配部と、を備えてもよい。

[0011] 本発明の第3の態様によれば、上記第2の態様の画像処理装置において、前記領域面積推定部は、中心とした前記頂点画素の前記頂点座標と、他の前記頂点画素の前記頂点座標とに基づいて、2つの前記頂点画素の間の距離をそれぞれ算出し、算出した2つの前記頂点画素の間の距離に基づいて、中心とした前記頂点画素の位置から予め定めた距離の範囲内の領域に存在する他の前記頂点画素の数を計数し、計数した他の前記頂点画素の数の逆数を用いて、それぞれの前記頂点画素に対応する前記領域面積を推定してもよい。

[0012] 本発明の第4の態様によれば、上記第2の態様または上記第3の態様の画像処理装置において、前記領域面積推定部は、中心とした前記頂点画素から予め定めた範囲内の領域に位置する他の前記頂点画素の数と、予め定めた複数の領域面積の閾値で表される前記頂点画素の数とに基づいて、それぞれの前記頂点画素に対応する前記領域面積を、前記予め定めた複数の前記領域面積の前記閾値のいずれかに推定してもよい。

- [0013] 本発明の第5の態様によれば、上記第2の態様から上記第4の態様のいずれか一態様の画像処理装置において、前記頂点座標分配スケジューリング部は、前記頂点画素を、予め定めた順番で前記領域ラベル生成部のそれぞれに割り当ててもよい。
- [0014] 本発明の第6の態様によれば、上記第5の態様の画像処理装置において、前記頂点座標分配スケジューリング部は、対応する前記領域面積に基づいて、それぞれの前記頂点画素を予め定めた順番に並び替えるソート部、を備え、前記ソート部が並び替えた後の前記頂点画素を、前記領域ラベル生成部のそれぞれに割り当ててもよい。
- [0015] 本発明の第7の態様によれば、上記第4の態様の画像処理装置において、前記領域面積推定部は、それぞれの前記頂点画素に対応する前記領域面積を推定する際に、推定したそれぞれの前記頂点画素を予め定めた順番に並び替え、前記頂点座標分配スケジューリング部は、並び替えた後の前記頂点画素を、予め定めた順番で前記領域ラベル生成部のそれぞれに割り当ててもよい。
- [0016] 本発明の第8の態様によれば、上記第5の態様から上記第7の態様のいずれか一態様の画像処理装置において、前記頂点座標分配スケジューリング部は、複数の前記領域ラベル生成部の順番が昇順と降順とを交互に繰り返すように、前記頂点画素を、前記領域ラベル生成部のそれぞれに割り当ててもよい。
- [0017] 本発明の第9の態様によれば、上記第5の態様から上記第8の態様のいずれか一態様の画像処理装置において、前記頂点座標分配スケジューリング部は、それぞれの前記領域ラベル生成部に割り当てられた前記領域面積の総和の内、最も大きい前記領域面積の総和と最も小さい前記領域面積の総和との差を、前記領域ラベル生成部の数で除算し、除算した結果の領域面積に相当する前記領域面積に対応する前記頂点画素を、前記領域面積の総和が最も大きい前記領域ラベル生成部以外の前記領域ラベル生成部のそれぞれに割り当て直してもよい。

[0018] 本発明の第10の態様によれば、上記第2の態様から上記第4の態様のいずれか一態様の画像処理装置において、前記頂点座標分配スケジューリング部は、前記頂点画素が割り当てられていない前記領域ラベル生成部に前記頂点画素を順次割り当て、前記頂点画素が割り当てられていない前記領域ラベル生成部がない場合には、割り当てられた前記領域面積の総和が最も小さい前記領域ラベル生成部に、前記頂点画素を順次割り当ててもよい。

[0019] 本発明の第11の態様によれば、上記第1の態様から上記第10の態様のいずれか一態様の画像処理装置において、前記領域ラベル生成部のそれぞれは、前記頂点座標に対応する前記頂点画素を中心とし、前記頂点画素の周囲に位置するそれぞれの前記画素を表すそれぞれの前記勾配データを取得する勾配データ取得部と、取得した前記勾配データに含まれるそれぞれの前記画素を表す前記第1のラベルの値が、前記頂点画素に向かう方向を示す値であるか否かを判定し、前記頂点画素に向かう方向を示す値の前記第1のラベルで表された前記画素を、前記頂点画素を表す前記第2のラベルの値と同じ値の前記第3のラベルで表した前記領域ラベルデータを生成する勾配判定部と、を備えてもよい。

[0020] 本発明の第12の態様によれば、上記第11の態様の画像処理装置において、前記勾配データ取得部は、前記勾配判定部によって前記頂点画素に向かう方向を示す値の前記第1のラベルであると判定されたそれぞれの前記画素を順次中心とし、中心とした前記画素の周囲に位置するそれぞれの前記画素を表すそれぞれの前記勾配データをさらに取得し、前記勾配判定部は、さらに取得した前記勾配データに含まれるそれぞれの前記画素を表す前記第1のラベルの値が、中心とした前記画素に向かう方向を示す値であるか否かを順次判定し、中心とした前記画素に向かう方向を示す値の前記第1のラベルで表された前記画素を、中心とした前記画素を表す前記第3のラベルの値と同じ値の前記第3のラベルで表した前記領域ラベルデータを順次生成してもよい。

[0021] 本発明の第13の態様によれば、上記第12の態様の画像処理装置におい

て、前記勾配データ取得部は、順次中心とするそれぞれの前記画素の領域が、前記頂点画素に対応する前記頂点座標の位置から順次外周の前記画素に広がるように、それぞれの前記画素を表すそれぞれの前記勾配データを取得し、前記勾配判定部は、前記頂点画素を表す前記第2のラベルの値と同じ値の前記第3のラベルで表した領域が、前記頂点画素に対応する前記頂点座標の位置から順次外周の前記画素に広がる前記領域ラベルデータを生成してもよい。

発明の効果

[0022] 上記各態様によれば、領域分割処理にける処理時間の短縮を目的として複数の演算リソースで並列に演算を行う場合に、それぞれの演算リソースを遊休させることなく稼働させ、全体の処理時間を短縮することができる画像処理装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1A]本発明の第1の実施形態の画像処理装置における領域分割処理の概念を説明する図である。

[図1B]本発明の第1の実施形態の画像処理装置における領域分割処理の概念を説明する図である。

[図1C]本発明の第1の実施形態の画像処理装置における領域分割処理の概念を説明する図である。

[図2]本発明の第1の実施形態における画像処理装置の概略構成の一例を示したブロック図である。

[図3A]本発明の第1の実施形態の画像処理装置において処理を行う画素に付与する勾配ラベルの一例を説明する図である。

[図3B]本発明の第1の実施形態の画像処理装置において処理を行う画素に付与する勾配ラベルの一例を説明する図である。

[図3C]本発明の第1の実施形態の画像処理装置において処理を行う画素に付与する勾配ラベルの一例を説明する図である。

[図3D]本発明の第1の実施形態の画像処理装置において処理を行う画素に付

与する勾配ラベルの一例を説明する図である。

[図3E]本発明の第1の実施形態の画像処理装置において処理を行う画素に付与する勾配ラベルの一例を説明する図である。

[図3F]本発明の第1の実施形態の画像処理装置において処理を行う画素に付与する勾配ラベルの一例を説明する図である。

[図3G]本発明の第1の実施形態の画像処理装置において処理を行う画素に付与する勾配ラベルの一例を説明する図である。

[図3H]本発明の第1の実施形態の画像処理装置において処理を行う画素に付与する勾配ラベルの一例を説明する図である。

[図3I]本発明の第1の実施形態の画像処理装置において処理を行う画素に付与する頂点ラベルの一例を説明する図である。

[図4]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた勾配データ生成部における処理手順を示したフローチャートである。

[図5]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた頂点座標分配信号生成部の構成を示したブロック図である。

[図6]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた領域面積推定部において行う領域面積の推定処理の概念を説明する図である。

[図7]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた領域面積推定部における処理手順を示したフローチャートである。

[図8]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた頂点座標分配スケジューリング部の構成を示したブロック図である。

[図9A]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた頂点座標分配スケジューリング部による分配信号の付与処理の概念を説明する図である。

[図9B]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた頂点座標分配スケジューリング部による分配信号の付与処理の概念を説明する図である。

[図9C]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた頂点座標分配スケジューリング部による分配信号の付与処理の概念を説明する図である。

[図9D]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた頂点座標分配スケジ

ューリング部による分配信号の付与処理の概念を説明する図である。

[図10]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた分配信号付与部における処理手順を示したフローチャートである。

[図11A]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた領域ラベル生成部による領域ラベルの生成処理の一例を模式的に示した図である。

[図11B]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた領域ラベル生成部による領域ラベルの生成処理の一例を模式的に示した図である。

[図11C]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた領域ラベル生成部による領域ラベルの生成処理の一例を模式的に示した図である。

[図11D]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた領域ラベル生成部による領域ラベルの生成処理の一例を模式的に示した図である。

[図11E]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた領域ラベル生成部による領域ラベルの生成処理の一例を模式的に示した図である。

[図11F]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた領域ラベル生成部による領域ラベルの生成処理の一例を模式的に示した図である。

[図11G]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた領域ラベル生成部による領域ラベルの生成処理の一例を模式的に示した図である。

[図12]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた領域ラベル生成部の構成を示したブロック図である。

[図13]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた勾配データ読み込み元アドレス生成部における処理手順を示したフローチャートである。

[図14]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた最外周データ勾配判定部における処理手順を示したフローチャートである。

[図15A]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた頂点座標分配スケジューリング部による分配信号の付与処理の別の方法を説明する図である。

[図15B]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた頂点座標分配スケジューリング部による分配信号の付与処理の別の方法を説明する図である。

[図15C]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた頂点座標分配スケジ

ューリング部による分配信号の付与処理の別の方法を説明する図である。

[図15D]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた頂点座標分配スケジューリング部による分配信号の付与処理の別の方法を説明する図である。

[図16A]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた頂点座標分配スケジューリング部による分配信号の付与処理のさらに別の方法を説明する図である。

[図16B]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた頂点座標分配スケジューリング部による分配信号の付与処理のさらに別の方法を説明する図である。

[図17]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた領域面積推定部における別の処理手順を示したフローチャートである。

[図18]本発明の第1の実施形態の画像処理装置に備えた頂点座標分配信号生成部の別の構成を示したブロック図である。

[図19]本発明の第2の実施形態における画像処理装置の概略構成の一例を示したブロック図である。

[図20]本発明の第2の実施形態の画像処理装置に備えた領域面積推定部において行う領域面積の推定処理の概念を説明する図である。

[図21]本発明の第2の実施形態の画像処理装置に備えた領域面積推定部における処理手順を示したフローチャートである。

[図22]本発明の第3の実施形態の画像処理装置に備えた頂点座標分配信号生成部の構成を示したブロック図である。

[図23A]本発明の第3の実施形態の画像処理装置に備えた頂点座標分配スケジューリング部による分配信号の付与処理の概念を説明する図である。

[図23B]本発明の第3の実施形態の画像処理装置に備えた頂点座標分配スケジューリング部による分配信号の付与処理の概念を説明する図である。

[図23C]本発明の第3の実施形態の画像処理装置に備えた頂点座標分配スケジューリング部による分配信号の付与処理の概念を説明する図である。

[図23D]本発明の第3の実施形態の画像処理装置に備えた頂点座標分配スケジ

ューリング部による分配信号の付与処理の概念を説明する図である。

[図24]本発明の第3の実施形態の画像処理装置に備えた頂点座標分配スケジューリング部における処理手順を示したフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0024] (第1の実施形態)

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。第1の実施形態の画像処理装置（以下、「画像処理装置1」という）は、例えば、グレースケール画像など、それぞれの画素の値として輝度値のみが含まれる画像（以下、「輝度画像」という）の領域を複数に分割し、複数の演算リソースで並列に領域分割処理の演算を行う画像処理装置である。

[0025] 最初に、第1の実施形態の画像処理装置1が行う領域分割処理の概念について説明する。図1A～図1Cは、本発明の第1の実施形態の画像処理装置1における領域分割処理の概念を説明する図である。図1Aは、画像処理装置1において領域分割処理の対象となる輝度画像の一例を示している。図1Aに示した輝度画像は、周辺の画素の中で最も輝度値が高い画素（以下、「頂点画素」という）が3つあるグレースケール画像である。

[0026] 図1Aに示したような輝度画像が入力されると、画像処理装置1は、まず、輝度画像に含まれるそれぞれの画素を、頂点画素に向かう勾配を示す値（以下、「勾配ラベル」という）で表した勾配データを生成する。ここで言う「勾配」とは、ある画素に注目したとき、その画素の周辺に位置する画素の中で輝度値が高い画素に向かう方向を示すものである。図1Bには、画像処理装置1が生成した勾配データの一例を示している。図1Bに示したように、勾配データは、頂点画素に向かう勾配ラベルを、それぞれの頂点画素の周辺に位置する画素（以下、「周辺画素」という）のそれぞれに付与したデータである。なお、勾配データは、それぞれの画素を勾配ラベルである値で表したデータであるが、図1Bでは、理解を容易にするため、図1Aに示した輝度画像上に、矢印で勾配を模式的に示した勾配ラベルを重畳した形で勾配データを示している。なお、図1Bにおいて「8」、「9」、「10」と示

した位置に位置する画素は、頂点画素である。このように、頂点画素には、勾配ラベルではなく、頂点であることを示す値（以下、「頂点ラベル」という）が勾配データ内に表される。図 1 B に示した勾配データでは、「8」、「9」、および「10」のそれぞれが、頂点ラベルである。

[0027] その後、画像処理装置 1 は、勾配データに含まれる勾配ラベルと頂点ラベルとに基づいて、輝度画像内の領域を、同じ頂点画素に属する画素が含まれる領域に分割する領域分割処理を行う。この領域分割処理において画像処理装置 1 は、同じ頂点画素に属するそれぞれの周辺画素に、同じ領域に属する画素であることを示す値（以下、「領域ラベル」という）を付与する演算を、複数の演算リソースで並列に行う。図 1 C には、画像処理装置 1 が領域ラベルを付与する演算を行った結果である領域ラベルデータの一例を示している。図 1 C に示したように、領域ラベルデータは、同じ頂点画素に属する周辺画素のそれぞれに、その頂点画素に付与された頂点ラベルと同じ値が領域ラベルとして付与されたデータである。なお、図 1 C では、理解を容易にするため、図 1 A に示した輝度画像上に領域ラベルを重畳した形で領域ラベルデータを示している。

[0028] このようにして画像処理装置 1 では、同じ頂点画素に属する周辺画素に同じ領域ラベルを付与する領域分割処理を、複数の演算リソースで並列に行う。

[0029] 次に、画像処理装置 1 の構成について説明する。図 2 は、本発明の第 1 の実施形態における画像処理装置 1 の概略構成の一例を示したブロック図である。図 2 に示した画像処理装置 1 は、勾配データ生成部 11 と、勾配データ記憶部 12 と、頂点座標記憶部 13 と、頂点座標分配信号生成部 14 と、頂点座標分配部 15 と、 n 個の領域ラベル生成部 16-1 ~ 領域ラベル生成部 16- n と、領域ラベル記憶部 17 と、を備えている。

[0030] 勾配データ生成部 11 は、入力された輝度画像に対応する勾配データを生成し、生成した勾配データを勾配データ記憶部 12 に出力する。より具体的には、勾配データ生成部 11 は、輝度画像に含まれるそれぞれの画素が頂点

画素であるか、周辺画素であるかを判定し、頂点画素に頂点ラベルを、周辺画素に勾配ラベルをそれぞれ付与した勾配データを生成する。そして、勾配データ生成部 11 は、生成した勾配データを勾配データ記憶部 12 に出力する。また、勾配データ生成部 11 は、生成した勾配データに含まれる頂点画素の位置を表す座標（以下、「頂点座標」という）を頂点座標記憶部 13 に出力する。

[0031] 勾配データ記憶部 12 は、勾配データ生成部 11 から出力された勾配データを記憶する。

[0032] 頂点座標記憶部 13 は、勾配データ生成部 11 から出力された頂点座標を記憶する。

[0033] 頂点座標分配信号生成部 14 は、頂点座標記憶部 13 に記憶された頂点座標に基づいて、輝度画像において同じ頂点画素に属する周辺画素に領域ラベルを付与する演算を、画像処理装置 1 に備えたそれぞれの演算リソースに分配する。そして、頂点座標分配信号生成部 14 は、演算リソースに演算を分配した情報を、頂点座標分配部 15 に出力する。より具体的には、頂点座標分配信号生成部 14 は、頂点座標記憶部 13 から読み出した頂点座標に基づいて、それぞれの頂点画素に属する周辺画素の領域の大きさ、つまり、それぞれの領域の面積を簡易的に推定する。そして、頂点座標分配信号生成部 14 は、推定した領域の面積に基づいて、それぞれの頂点画素に対する演算を行う演算リソースを割り当てる。そして、頂点座標分配信号生成部 14 は、割り当てた演算リソースを表す分配信号をそれぞれの頂点座標に付与して、頂点座標分配部 15 に出力する。

[0034] 頂点座標分配部 15 は、頂点座標分配信号生成部 14 から入力された頂点座標に付与された分配信号に基づいて、対応する演算リソースに、入力されたそれぞれの頂点座標を分配する（振り分ける）。

[0035] 領域ラベル生成部 16-1～領域ラベル生成部 16-n のそれぞれは、輝度画像において同じ頂点画素に属する周辺画素に領域ラベルを付与する演算を行う、画像処理装置 1 に備えた演算リソースである。領域ラベル生成部 1

6-1～領域ラベル生成部16-nのそれぞれは、頂点座標分配部15から入力された頂点座標に位置する頂点画素に属する周辺画素のそれぞれに、頂点画素に付与された頂点ラベルと同じ値の領域ラベルを付与する。このとき、領域ラベル生成部16-1～領域ラベル生成部16-nのそれぞれは、勾配データ記憶部12に記憶された勾配データに基づいて、同じ頂点画素に属する周辺画素の領域を演算する。そして、領域ラベル生成部16-1～領域ラベル生成部16-nのそれぞれは、同じ頂点画素に属する周辺画素に付与した領域ラベルを領域ラベル記憶部17に出力する。なお、以下の説明において、領域ラベル生成部16-1～領域ラベル生成部16-nのそれぞれを区別せずに表すときには、「領域ラベル生成部16」という。

[0036] 領域ラベル記憶部17は、領域ラベル生成部16-1～領域ラベル生成部16-nのそれぞれから出力された領域ラベルを記憶する。これにより、領域ラベル記憶部17には、図1Cに示したような領域ラベルデータが記憶される。

[0037] このような構成によって、画像処理装置1は、同じ頂点画素に属する周辺画素に頂点ラベルと同じ領域ラベルを付与した領域ラベルデータを生成する領域分割処理を、複数の演算リソースで並列に行う。

[0038] 次に、画像処理装置1に備えたそれぞれの構成要素について説明する。まず、勾配データ生成部11について説明する。勾配データ生成部11は、入力された輝度画像の左上に配置された画素からラスタ順に、頂点画素であるか周辺画素であるかの判定を行う。以下の説明においては、頂点画素であるか周辺画素であるかの判定を行っている現在の画素を、「注目画素」という。また、勾配データ生成部11は、注目画素が頂点画素であるか周辺画素であるかを判定した結果に応じて、それぞれの注目画素に頂点ラベルまたは勾配ラベルを付与する。このときに勾配データ生成部11がそれぞれの注目画素に付与する頂点ラベルや勾配ラベルの値は、注目画素の輝度値と、注目画素の周囲に位置する画素（以下、「周囲画素」という）の輝度値との関係に基づいて予め定めている。

[0039] 図3A～図3Iは、本発明の第1の実施形態の画像処理装置1において処理を行う画素（注目画素）に付与する頂点ラベルまたは勾配ラベルの一例を説明する図である。図3A～図3Iのそれぞれには、丸で囲んで示した注目画素の輝度値と、注目画素の周囲に位置する8つの周囲画素の輝度値との関係に基づいて、勾配データ生成部11が注目画素に付与する頂点ラベルまたは勾配ラベルの値の一例を示している。図3A～図3Hには、注目画素が周辺画素である場合に勾配データ生成部11が付与する勾配ラベルの値の一例を示し、図3Iには、注目画素が頂点画素である場合に勾配データ生成部11が付与する頂点ラベルの値の一例を示している。

[0040] 上述したように、勾配ラベルは、注目画素の周辺に位置する画素の中で輝度値が高い画素に向かう方向を示すものである。このため、勾配データ生成部11は、注目画素よりも輝度値が高い画素が位置する方向によって、図3A～図3Hに示したような、8種類の値のいずれか1つの値の勾配ラベルを、注目画素に付与する。例えば、図3Aに示した一例では、注目画素の周囲に位置する8つの周囲画素の内、注目画素の輝度値（＝「54」）よりも高い値である周囲画素が4つある。そして、この4つの周囲画素において左斜め上方向に位置する周囲画素の輝度値（＝「99」）が最も高い値となっている。この場合、勾配データ生成部11は、注目画素から見た勾配方向が左斜め上方向である、つまり、注目画素は周辺画素であり、この注目画素が属する頂点画素が左斜め上方向に位置すると判定する。注目画素の輝度値と周囲画素の輝度値が図3Aに示したような関係である場合、勾配データ生成部11は、値が「0」である勾配ラベルを注目画素に付与する。

[0041] 同様に、勾配データ生成部11は、注目画素から見た、高い輝度値の周囲画素が位置する方向に対応する値（「1」～「7」）の勾配ラベルを、それぞれの注目画素に付与する。図3Bには、勾配データ生成部11が、注目画素が属する頂点画素が上方向に位置すると判定し、値が「1」である勾配ラベルを注目画素に付与する場合の一例を示している。また、図3Cには、勾配データ生成部11が、注目画素が属する頂点画素が右斜め上方向に位置す

ると判定し、値が「2」である勾配ラベルを注目画素に付与する場合の一例を示している。また、図3Dには、勾配データ生成部11が、注目画素が属する頂点画素が左方向に位置すると判定し、値が「3」である勾配ラベルを注目画素に付与する場合の一例を示している。また、図3Eには、勾配データ生成部11が、注目画素が属する頂点画素が右方向に位置すると判定し、値が「4」である勾配ラベルを注目画素に付与する場合の一例を示している。また、図3Fには、勾配データ生成部11が、注目画素が属する頂点画素が左斜め下方向に位置すると判定し、値が「5」である勾配ラベルを注目画素に付与する場合の一例を示している。また、図3Gには、勾配データ生成部11が、注目画素が属する頂点画素が下方向に位置すると判定し、値が「6」である勾配ラベルを注目画素に付与する場合の一例を示している。また、図3Hには、勾配データ生成部11が、注目画素が属する頂点画素が右斜め下方向に位置すると判定し、値が「7」である勾配ラベルを注目画素に付与する場合の一例を示している。

[0042] また、上述したように、頂点ラベルは、注目画素が周辺に位置する画素の中で最も輝度値が高い画素であることを示すものである。このため、勾配データ生成部11は、注目画素が頂点画素である場合、図3Iに示したような、勾配ラベルと異なる値の頂点ラベルを、注目画素に付与する。例えば、図3Iに示した一例では、注目画素の周囲に位置する8つの周囲画素の画素値よりも、注目画素の画素値が高い値となっている。この場合、勾配データ生成部11は、この注目画素が、周辺に位置する画素よりも輝度値が高い頂点画素であると判定する。注目画素の輝度値と周囲画素の輝度値が図3Iに示したような関係である場合、勾配データ生成部11は、値が「8」以上である頂点ラベルを注目画素に付与する。なお、勾配データ生成部11は、それぞれの頂点画素に、異なる値の頂点ラベルを付与する。例えば、次に頂点画素であると判定した注目画素には、値が「9」である頂点ラベルを、その注目画素に付与する。

[0043] 図4は、本発明の第1の実施形態の画像処理装置1に備えた勾配データ生

成部 11 における処理手順を示したフローチャートである。勾配データ生成部 11 は、輝度画像が入力され、勾配データの生成を開始すると、まず、頂点ラベルの値の初期化を行う（ステップ S 11）。ここでは、勾配データ生成部 11 は、頂点ラベルの初期値を、図 31 に示した「8」とする。

[0044] 続いて、勾配データ生成部 11 は、ステップ S 12 のループにおいて、入力された輝度画像の左上に配置された画素からラスタ順に注目画素として、それぞれの注目画素ごとに、注目画素が頂点画素であるか周辺画素であるかの判定処理を、輝度画像の 1 フレーム分、すなわち、輝度画像に含まれる全ての画素に対して行う。

[0045] 勾配データ生成部 11 における注目画素の判定処理では、まず、注目画素の輝度値と、その注目画素の周囲に位置するそれぞれの周囲画素の輝度値とを輝度画像から取得し、現在の注目画素の輝度値とそれぞれの周囲画素の輝度値とを比較する（ステップ S 13）。

[0046] 続いて、勾配データ生成部 11 は、現在の注目画素の輝度値が、いずれの周囲画素の輝度値よりも高い値であるか否かを判定する（ステップ S 14）。つまり、勾配データ生成部 11 は、ステップ S 14 において、現在の注目画素が頂点画素であるか否かを判定する。

[0047] ステップ S 14 において、現在の注目画素の輝度値が、いずれの周囲画素の輝度値よりも高い値ではない、つまり、現在の注目画素が周辺画素であると判定した場合（ステップ S 14 の“NO”）、勾配データ生成部 11 は、ステップ S 15 において、現在の注目画素よりも高い輝度値の周囲画素の中で、最も輝度値が高い周囲画素が位置する方向に対応する値の勾配ラベルを付与した勾配データを生成し、勾配データ記憶部 12 に出力する。そして、勾配データ生成部 11 は、ステップ S 12 に戻って、次の注目画素に対する判定処理を行う。

[0048] 一方、ステップ S 14 において、現在の注目画素の輝度値が、いずれの周囲画素の輝度値よりも高い値である、つまり、現在の注目画素が頂点画素であると判定した場合（ステップ S 14 の“YES”）、勾配データ生成部 1

1 は、ステップ S 1 6 において、現在の注目画素に、現在の値の（最初は初期値（＝「8」））の頂点ラベルを付与した勾配データを生成し、勾配データ記憶部 1 2 に出力する。また、勾配データ生成部 1 1 は、現在の注目画素の位置、すなわち、頂点画素の位置を表す頂点座標を、頂点座標記憶部 1 3 に出力する。さらに、勾配データ生成部 1 1 は、現在の頂点ラベルの値に「1」を加算して、次の頂点ラベルの値を異なる値（最初は、初期値（＝「8」）に「1」を加えた「9」）に変更する。そして、勾配データ生成部 1 1 は、ステップ S 1 2 に戻って、次の注目画素に対する判定処理を行う。

[0049] このように、勾配データ生成部 1 1 は、ステップ S 1 2 のループで表された注目画素の判定処理を、輝度画像に含まれる全ての画素に対して行って、つまり、輝度画像の 1 フレーム分行って、入力された輝度画像に対応する勾配データを生成する。これにより、勾配データ記憶部 1 2 には、それぞれの画素に勾配ラベルまたは頂点ラベルが付与された勾配データが記憶される。また、頂点座標記憶部 1 3 には、勾配データ記憶部 1 2 に記憶された勾配データに含まれるそれぞれの頂点画素の位置を表す頂点座標のそれぞれが記憶される。

[0050] 頂点座標分配信号生成部 1 4 は、頂点座標記憶部 1 3 に記憶された頂点座標に基づいて、それぞれの頂点座標に対応する頂点画素に対して演算を行う領域ラベル生成部 1 6 を割り当てる処理を行う。

[0051] 次に、画像処理装置 1 に備えた頂点座標分配信号生成部 1 4 について説明する。図 5 は、本発明の第 1 の実施形態の画像処理装置 1 に備えた頂点座標分配信号生成部 1 4 の構成を示したブロック図である。図 5 に示した頂点座標分配信号生成部 1 4 は、領域面積推定部 1 4 1 と、領域面積記憶部 1 4 2 と、頂点座標分配スケジューリング部 1 4 3 と、を備えている。

[0052] 領域面積推定部 1 4 1 は、頂点座標記憶部 1 3 に記憶されているそれぞれの頂点座標に基づいて、輝度画像に含まれるそれぞれの頂点画素に属する周辺画素の領域の大きさ（面積）を簡易的に推定する。そして、領域面積推定部 1 4 1 は、推定したそれぞれの頂点画素に属する周辺画素の領域の面積（

以下、「領域面積」という)の情報を、領域面積記憶部142に出力する。

[0053] 領域面積記憶部142は、領域面積推定部141から出力された領域面積の情報を記憶する。

[0054] 頂点座標分配スケジューリング部143は、領域面積記憶部142に記憶された領域面積の情報に基づいて、それぞれの頂点画素に対する演算を、領域ラベル生成部16のそれぞれに割り当てる。そして、頂点座標分配スケジューリング部143は、演算を割り当てた領域ラベル生成部16を表す分配信号を、それぞれの頂点座標に付与する。

[0055] ここで、頂点座標分配信号生成部14に備えたそれぞれの構成要素について説明する。まず、領域面積推定部141について説明する。例えば、画像処理装置1において、入力された輝度画像に含まれる画素をラスタ順に判定し、頂点画素であると判定された順に領域面積を求める演算を行うと、輝度画像内のそれぞれの頂点画素の配置によっては、それぞれの領域ラベル生成部16の演算負荷に大きな差が生じてしまう。つまり、それぞれの領域ラベル生成部16が演算を行う領域面積の大きさに差が生じ、演算負荷が均等ではなくなってしまう。そこで、画像処理装置1では、まず、領域面積推定部141が、頂点座標記憶部13に記憶されている頂点座標に基づいて、それぞれの頂点画素に属する領域面積を簡易的に推定する。これにより、画像処理装置1では、頂点座標分配スケジューリング部143が、推定した領域面積に基づいて、それぞれの領域ラベル生成部16が演算を行う領域面積の大きさの差が最小になるように、それぞれの頂点画素に対する演算を振り分けることができる。つまり、画像処理装置1では、推定した領域面積に基づいて、最終的に領域面積を演算する際の演算負荷がほぼ均等になるように、それぞれの頂点画素に対して演算する領域ラベル生成部16を振り分けることができる。

[0056] 図6は、本発明の第1の実施形態の画像処理装置1に備えた領域面積推定部141において行う領域面積の推定処理の概念を説明する図である。図6では、輝度画像に含まれるそれぞれの頂点画素の位置を黒塗りの丸で示し、

仮に画像処理装置 1 に備えた領域ラベル生成部 16 のそれぞれが領域分割処理を行ったときの最終的な領域面積の境界を点線で模式的に示している。

[0057] 領域面積推定部 141 による領域面積の推定処理では、頂点画素を中心として予め定めた距離の閾値内に存在する他の頂点座標の数、すなわち、予め定めた距離の閾値で設定される領域内に存在する頂点画素の密度（以下、「頂点密度」という）によって、この頂点画素に属する領域面積を簡易的に推定する。

[0058] 図 6 には、予め定めた距離の閾値で設定される領域（以下、「閾値領域」という）を、一点鎖線で示している。図 6 においては、頂点画素 t 3 を中心とした閾値領域 a 1 内に他の 3 つの頂点画素（頂点画素 t 1、頂点画素 t 2、および頂点画素 t 4）が存在し、頂点画素 t 5 を中心とした閾値領域 a 2 内に他の頂点画素が存在していない場合を示している。これは、閾値領域 a 1 の頂点密度は、閾値領域 a 2 の頂点密度よりも 4 倍高いことを示している。このように、頂点密度、すなわち、閾値領域で示された単位面積内に存在する頂点画素の数は、閾値領域内に存在する頂点画素に属する領域面積が狭い場合に大きくなり、領域面積が広い場合に小さくなる。このことから、領域面積推定部 141 では、頂点密度の逆数を用いて、それぞれの頂点画素に属する領域面積を簡易的に推定する。例えば、図 6 に示した一例では、閾値領域 a 1 内のそれぞれの頂点画素に属する領域面積は閾値領域の $1/4$ 以下の面積であると推定し、閾値領域 a 2 内の頂点画素に属する領域面積は閾値領域の面積以上であると推定する。

[0059] 図 7 は、本発明の第 1 の実施形態の画像処理装置 1 に備えた領域面積推定部 141 における処理手順を示したフローチャートである。領域面積推定部 141 における領域面積の推定処理では、領域面積推定部 141 が、それぞれの頂点座標から求められる 2 つの頂点画素の間の距離に基づいて、頂点画素が閾値領域内に存在するか否かの判定を行う。より具体的には、領域面積推定部 141 は、頂点密度を算出する閾値領域の中心に位置する基準の頂点画素と、他の頂点画素との 2 つの頂点画素間の距離に基づいて、他の頂点画

素が、基準の頂点画素の閾値領域内に存在するか否かを判定する。このとき領域面積推定部 141 は、すでに距離の算出が終了している 2 つの頂点画素に関しては、重複して距離の算出を行わないようにする。

[0060] 以下の説明においては、頂点座標記憶部 13 に記憶された頂点座標の数が「3」であるものとし、1 つ目の頂点画素を中心とした閾値領域内に、2 つ目の頂点画素が存在するものとして、図 7 に示した領域面積推定部 141 の処理手順を説明する。そして、それぞれの頂点画素の一例として、図 6 に示した頂点画素 t3 を 1 つ目の頂点画素とし、頂点画素 t4 を 2 つ目の頂点画素とし、頂点画素 t5 を 3 つ目の頂点画素とした場合における一例を説明する。

[0061] 領域面積推定部 141 は、領域面積の推定処理を開始すると、まず、それぞれの頂点画素に対応した頂点密度の値を「0」に初期化（クリア）する（ステップ S21）。続いて、領域面積推定部 141 は、ステップ S22 の 1 回目のループにおいて、基準の頂点画素のループカウンタ i を「0」に初期化（クリア）する。続いて、領域面積推定部 141 は、ステップ S23 の 1 回目のループにおいて、基準の頂点画素との距離を算出する他の頂点画素のループカウンタ j を「ループカウンタ i + 1」=「1」に初期化する。

[0062] 続いて、領域面積推定部 141 は、ループカウンタ i に対応する、最初に閾値領域の中心となる基準の頂点画素の位置を表す頂点座標「0」（以下、「基準頂点座標 [0]」という）と、ループカウンタ j に対応する、基準の頂点画素との距離を算出する他の頂点画素の位置を表す頂点座標「1」（以下、「距離算出頂点座標 [1]」という）とのそれぞれを、頂点座標記憶部 13 から取得する。そして、領域面積推定部 141 は、頂点座標記憶部 13 から取得した基準頂点座標 [0] と距離算出頂点座標 [1] とから 2 つの頂点画素間の距離を算出する（ステップ S24）。なお、ステップ S24 における 2 つの頂点画素間の距離の算出は、例えば、ユークリッド距離や市街地距離など、既知の距離計算方法で行う。

[0063] 例えば、領域面積推定部 141 は、1 つ目の頂点画素 t3 の位置を表す頂

点座標を基準頂点座標 [0] とし、2つ目の頂点画素 t 4 の位置を表す頂点座標を距離算出頂点座標 [1] として、頂点座標記憶部 1 3 から取得し、1つ目の頂点画素 t 3 と2つ目の頂点画素 t 4 との間の距離を算出する。

[0064] 続いて、領域面積推定部 1 4 1 は、算出した頂点画素間の距離が、予め定めた距離の閾値以下であるか否か、すなわち、基準頂点座標 [0] を中心とした閾値領域内に距離算出頂点座標 [1] が存在するか否かを判定する（ステップ S 2 5）。

[0065] 例えば、ステップ S 2 5 の処理では、領域面積推定部 1 4 1 は、1つ目の頂点画素 t 3 に対応する基準頂点座標 [0] を中心とした閾値領域 a 1 内に、2つ目の頂点画素 t 4 に対応する距離算出頂点座標 [1] が存在するか否かを判定する。

[0066] ステップ S 2 5 において、頂点画素間の距離が閾値以下である、つまり、基準頂点座標 [0] を中心とした閾値領域内に距離算出頂点座標 [1] が存在すると判定した場合（ステップ S 2 5 の“YES”）、領域面積推定部 1 4 1 は、基準の頂点画素に対応した頂点密度 [0] に「1」を加算する。さらに、領域面積推定部 1 4 1 は、基準の頂点画素との距離を算出した他の頂点画素に対応した頂点密度 [1] に「1」を加算する（ステップ S 2 6）。これにより、基準頂点座標 [0] を中心とした基準の頂点画素の閾値領域内に、距離算出頂点座標 [1] に位置する他の頂点画素が存在することを示すとともに、距離算出頂点座標 [1] を基準の頂点画素とした場合においても、距離算出頂点座標 [1] を中心とした閾値領域内に、基準頂点座標 [0] が他の頂点画素として存在することを同時に表す。

[0067] 例えば、ステップ S 2 6 の処理では、領域面積推定部 1 4 1 は、1つ目の頂点画素 t 3 に対応する頂点密度 [0] の値に「1」を加算し、2つ目の頂点画素 t 4 に対応する頂点密度 [1] の値に「1」を加算することにより、頂点画素 t 3 と頂点画素 t 4 とが、互いの閾値領域内に存在することを表す。

[0068] このように、距離が閾値以下である2つの頂点画素に対応するそれぞれの

頂点密度を同時に更新することによって、互いの頂点画素がそれぞれの閾値領域内に存在することを表す。

[0069] そして、領域面積推定部 141 は、ステップ S 23 の 1 回目のループを終了する。そして、領域面積推定部 141 は、ループカウンタ j に「1」を加算してループカウンタ j を「1 + 1」=「2」とし、ステップ S 23 の 2 回目のループの処理を行う。ステップ S 23 の 2 回目のループの処理では、領域面積推定部 141 は、ステップ S 24 において、ループカウンタ j に対応する距離算出頂点座標 [2] を頂点座標記憶部 13 から取得し、基準頂点座標 [0] と距離算出頂点座標 [2] とから 2 つの頂点画素間の距離を算出する。

[0070] 例えば、ステップ S 23 の 2 回目のループにおけるステップ S 24 の処理では、領域面積推定部 141 は、3 つ目の頂点画素 t 5 の位置を表す頂点座標を距離算出頂点座標 [2] として頂点座標記憶部 13 から取得し、1 つ目の頂点画素 t 3 と 3 つ目の頂点画素 t 5 との間の距離を算出する。

[0071] 続いて、領域面積推定部 141 は、ステップ S 25 において、算出した頂点画素間の距離が、予め定めた距離の閾値以下であるか否か、すなわち、基準頂点座標 [0] を中心とした閾値領域内に距離算出頂点座標 [2] が存在するか否かを判定する。

[0072] 例えば、ステップ S 23 の 2 回目のループにおけるステップ S 25 の処理では、領域面積推定部 141 は、1 つ目の頂点画素 t 3 に対応する基準頂点座標 [0] を中心とした閾値領域 a 1 内に、3 つ目の頂点画素 t 5 に対応する距離算出頂点座標 [2] が存在するか否かを判定する。

[0073] ステップ S 25 において、頂点座標間の距離が閾値以下でない、つまり、基準頂点座標 [0] を中心とした閾値領域内に距離算出頂点座標 [2] が存在しないと判定した場合（ステップ S 25 の“NO”）、領域面積推定部 141 は、ステップ S 23 の 2 回目のループを終了する。そして、領域面積推定部 141 は、ループカウンタ j に「1」を加算してループカウンタ j を「2 + 1」=「3」とし、ステップ S 23 の 3 回目のループの処理を行う。た

だし、ここでは、頂点座標数が「3」であるため、領域面積推定部141は、ステップS23のループの処理を終了する条件（ $j < \text{頂点座標数}$ ）から、ステップS23のループを終了する。

[0074] 続いて、領域面積推定部141は、ループカウンタ i に「1」を加算してループカウンタ i を「 $0 + 1$ 」＝「1」とし、ステップS22の2回目のループの処理を行う。そして、領域面積推定部141は、ステップS22の2回目のループの処理におけるステップS23の1回目のループにおいて、基準の頂点画素との距離を算出する他の頂点画素のループカウンタ j を「ループカウンタ $i + 1$ 」＝「2」に初期化する。

[0075] 続いて、領域面積推定部141は、ステップS24において、ループカウンタ i に対応する、2番目に閾値領域の中心となる基準の頂点画素の位置を表す基準頂点座標[1]と、ループカウンタ j ＝「2」に対応する距離算出頂点座標[2]とのそれぞれを、頂点座標記憶部13から取得する。そして、領域面積推定部141は、頂点座標記憶部13から取得した基準頂点座標[1]と距離算出頂点座標[2]とから2つの頂点画素間の距離を算出する。

[0076] 例えば、ステップS22の2回目のループ内のステップS23の1回目のループにおけるステップS24の処理では、領域面積推定部141は、2つ目の頂点画素 t_4 の位置を表す頂点座標を基準頂点座標[1]とし、3つ目の頂点画素 t_5 の位置を表す頂点座標を距離算出頂点座標[2]として、頂点座標記憶部13から取得し、2つ目の頂点画素 t_4 と3つ目の頂点画素 t_5 との間の距離を算出する。

[0077] なお、ステップS22の2回目のループの処理では、ステップS23の1回目のループにおいて、2つ目の頂点画素 t_4 と1つ目の頂点画素 t_3 との間の距離を算出しない。これは、ステップS22の1回目のループの処理において、すでに1つ目の頂点画素 t_3 と2つ目の頂点画素 t_4 との間の距離の算出を終了しているため、同じ2つの頂点画素間の距離の算出を重複して行わないようにするためである。

- [0078] 続いて、領域面積推定部 141 は、ステップ S 25 において、算出した頂点画素間の距離が、予め定めた距離の閾値以下であるか否か、すなわち、基準頂点座標 [1] を中心とした閾値領域内に距離算出頂点座標 [2] が存在するか否かを判定する。
- [0079] 例えば、ステップ S 22 の 2 回目のループ内のステップ S 23 の 1 回目のループにおけるステップ S 25 の処理では、領域面積推定部 141 は、2 つ目の頂点画素 t 4 に対応する基準頂点座標 [1] を中心とした不図示の閾値領域内に、3 つ目の頂点画素 t 5 に対応する距離算出頂点座標 [2] が存在するか否かを判定する。
- [0080] そして、領域面積推定部 141 は、ステップ S 22 の 1 回目のループと同様に、ステップ S 25 の判定の結果に応じて、対応した頂点密度 [1] および頂点密度 [2] の値を更新する。
- [0081] そして、領域面積推定部 141 は、ステップ S 23 の 1 回目のループを終了し、ループカウンタ j に「1」を加算してループカウンタ j を「2 + 1」=「3」として、ステップ S 23 の 2 回目のループの処理を行う。ただし、ここでも、領域面積推定部 141 は、ステップ S 23 のループの処理を終了する条件（j < 頂点座標数）から、ステップ S 23 のループを終了する。
- [0082] 続いて、領域面積推定部 141 は、ループカウンタ i に「1」を加算してループカウンタ i を「1 + 1」=「2」とし、ステップ S 22 の 3 回目のループの処理を行う。ただし、ここでは、頂点座標数が「3」であるため、領域面積推定部 141 は、ステップ S 22 のループの処理を終了する条件（i < 頂点座標数）から、ステップ S 22 のループを終了する。
- [0083] このように、領域面積推定部 141 は、ステップ S 22 のループで閾値領域の中心に位置する基準の頂点画素を順次変更し、ステップ S 23 のループで基準の頂点画素と他の頂点画素との 2 つの頂点画素間の距離を算出することによって、基準の頂点画素の閾値領域内に他の頂点画素が存在するか否かを判定する。そして、基準の頂点画素の閾値領域内に他の頂点画素が存在すると判定した場合に、基準の頂点画素と他の頂点画素との頂点密度を更新す

る。これにより、領域面積推定部 141 は、更新した頂点密度の逆数を、頂点座標記憶部 13 に記憶されたそれぞれの頂点座標に対応する頂点画素に属する領域面積として簡易的に推定することができる。そして、領域面積推定部 141 は、推定した領域面積の情報（頂点密度の逆数）を、それぞれの頂点座標に紐付けて、領域面積記憶部 142 に記憶させる。

[0084] 頂点座標分配スケジューリング部 143 は、領域面積記憶部 142 に記憶された領域面積の情報（頂点密度の逆数）が紐付けられた頂点座標を読み出し、それぞれの領域ラベル生成部 16 が演算を行う領域面積の総和の差が最小になるように、つまり、領域ラベル生成部 16 のそれぞれが行う演算負荷の総和が概ね均等になるように、読み出した頂点座標に分配信号を付与して頂点座標分配部 15 に出力する。

[0085] 次に、頂点座標分配スケジューリング部 143 について説明する。図 8 は、本発明の第 1 の実施形態の画像処理装置 1 に備えた頂点座標分配スケジューリング部 143 の構成を示したブロック図である。図 8 に示した頂点座標分配スケジューリング部 143 は、ソート部 1431 と、ソート済み頂点座標記憶部 1432 と、分配信号付与部 1433 と、を備えている。

[0086] ソート部 1431 は、領域面積記憶部 142 から読み出した頂点座標に紐付けられた領域面積の情報に基づいて、それぞれの頂点座標を、予め定めた順番に並べ替える（ソートする）。例えば、ソート部 1431 は、それぞれの頂点座標を、対応する頂点画素に属する領域面積が大きい順番にソートする。より具体的には、ソート部 1431 は、頂点座標に紐付けられた領域面積の情報である頂点密度の逆数を昇順にソートする。そして、ソート部 1431 は、それぞれの頂点座標を、ソートした順番に、ソート済み頂点座標記憶部 1432 に出力する。

[0087] なお、ソート部 1431 がそれぞれの頂点座標をソートする順番は、頂点画素に属する領域面積が小さい順番、すなわち、頂点密度の逆数を降順であってもよい。

[0088] ソート済み頂点座標記憶部 1432 は、ソート部 1431 から順次出力さ

れたそれぞれの頂点座標を記憶する。

[0089] 分配信号付与部 1 4 3 3 は、ソート済み頂点座標記憶部 1 4 3 2 に記憶されたそれぞれの頂点座標を、ソート済み頂点座標記憶部 1 4 3 2 に記憶された順番に順次読み出し、読み出した頂点座標に、演算を割り当てた領域ラベル生成部 1 6 を表す分配信号を付与して頂点座標分配部 1 5 に出力する。

[0090] ここで、頂点座標分配スケジューリング部 1 4 3 の動作について説明する。図 9 A～図 9 D は、本発明の第 1 の実施形態の画像処理装置 1 に備えた頂点座標分配スケジューリング部 1 4 3 による分配信号の付与処理の概念を説明する図である。なお、図 9 A～図 9 C において、横軸は、それぞれの頂点座標の並びを表し、縦軸は、それぞれの頂点座標において推定された領域面積の大きさを表している。また、図 9 D において、横軸は、それぞれの領域ラベル生成部 1 6 を表し、縦軸は、それぞれの領域ラベル生成部 1 6 に割り当てられた演算負荷を領域面積の大きさを表している。

[0091] 頂点座標分配スケジューリング部 1 4 3 内のソート部 1 4 3 1 は、領域面積記憶部 1 4 2 から頂点座標を読み出す。このときソート部 1 4 3 1 が読み出したそれぞれの頂点座標を読み出した順番に並べて、それぞれの頂点座標に紐付けられた領域面積の情報に基づいた領域面積の大きさを表すと、図 9 A に示したように、領域面積は一定の順番に従っていない。そこで、ソート部 1 4 3 1 は、それぞれの頂点座標を、領域面積が大きい順番にソートする。これにより、図 9 B に示したように、領域面積が大きい順に並べ替えられたそれぞれの頂点座標が、頂点座標分配スケジューリング部 1 4 3 内のソート済み頂点座標記憶部 1 4 3 2 に記憶される。

[0092] そして、頂点座標分配スケジューリング部 1 4 3 内の分配信号付与部 1 4 3 3 は、ソート済み頂点座標記憶部 1 4 3 2 に記憶されたそれぞれの頂点座標に分配信号を付与する。図 9 C に示した一例では、画像処理装置 1 に 3 つの領域ラベル生成部 1 6（領域ラベル生成部 1 6 - 0～領域ラベル生成部 1 6 - 2）を備えている場合において、それぞれの頂点座標に割り当てる分配信号を、領域ラベル生成部 1 6 の付与した符号において、「-」に続く数字

の部分で、それぞれの領域ラベル生成部 16 を識別する情報で示している。そして、図 9 C に示した一例では、領域ラベル生成部 16 の順番が昇順と降順とを交互に繰り返すように、ソート部 1431 によって並び替えられたそれぞれの頂点座標を順番に割り当てている場合を示している。

[0093] より具体的には、図 9 C に示した一例では、1 つ目～3 つ目まで、領域ラベル生成部 16-0～領域ラベル生成部 16-2 に、頂点座標を昇順に割り当て、4 つ目～6 つ目まで、領域ラベル生成部 16-2～領域ラベル生成部 16-0 に、頂点座標を降順に割り当てている。これにより、図 9 C に示した一例では、1 つ目の頂点座標と 6 つ目の頂点座標とが領域ラベル生成部 16-0 に割り当てられ、2 つ目の頂点座標と 5 つ目の頂点座標とが領域ラベル生成部 16-1 に割り当てられ、3 つ目の頂点座標と 4 つ目の頂点座標とが領域ラベル生成部 16-2 に割り当てられる。

[0094] 図 9 C に示したようにそれぞれの頂点座標を割り当てることにより、それぞれの領域ラベル生成部 16 の演算負荷（領域面積）の総和が概ね均等になる。図 9 D には、図 9 C に示した一例のようにそれぞれの頂点座標が割り当てられた場合における領域ラベル生成部 16-0～領域ラベル生成部 16-2 の演算負荷を、領域面積の大きさで表している。図 9 C に示した一例のように、最も領域面積が大きい頂点座標と最も領域面積が小さい頂点座標というように組み合わせてそれぞれの領域ラベル生成部 16 に演算負荷を割り当てることによって、図 9 D に示したように、それぞれの領域ラベル生成部 16 の演算負荷の総和が概ね均等になる。

[0095] 次に、画像処理装置 1 に備えた分配信号付与部 1433 における分配信号の付与処理について説明する。図 10 は、本発明の第 1 の実施形態の画像処理装置 1 に備えた分配信号付与部 1433 における処理手順を示したフローチャートである。なお、以下の説明においては、画像処理装置 1 に、領域ラベル生成部 16-0～領域ラベル生成部 16-(n-1) の n 個の領域ラベル生成部 16 を備えているものとして説明する。

[0096] 分配信号付与部 1433 は、分配信号の付与処理を開始すると、まず、分

配信号の値の初期化を行う（ステップS 3 1）。ここでは、分配信号付与部 1 4 3 3 は、分配信号の初期値を「0」とする。

[0097] 続いて、分配信号付与部 1 4 3 3 は、ステップS 3 2 のループにおいて、頂点座標を読み込む頂点画素のループカウンタ i を「0」にクリアする。

[0098] 続いて、分配信号付与部 1 4 3 3 は、ループカウンタ i に対応する頂点座標「 i 」（以下、「分配頂点座標 [i] 」という）を、ソート済み頂点座標記憶部 1 4 3 2 から取得する。そして、分配信号付与部 1 4 3 3 は、ソート済み頂点座標記憶部 1 4 3 2 から取得した分配頂点座標 [i] に分配信号（ここでは、初期値＝「0」の分配信号）を付与し、分配信号を付与した頂点座標を頂点座標分配部 1 5 に出力する（ステップS 3 3）。

[0099] 続いて、分配信号付与部 1 4 3 3 は、ループカウンタ i の値を、領域ラベル生成部 1 6 の個数 n で除算（ $i \div n$ ）した整数部が、偶数であるか否かを判定する（ステップS 3 4）。

[0100] ステップS 3 4 において、（ $i \div n$ ）の整数部が偶数である場合（ステップS 3 4 の“YES”）、分配信号付与部 1 4 3 3 は、現在の分配信号の値に「1」を加算して、分配信号の値をインクリメントする（ステップS 3 5）。

[0101] 続いて、分配信号付与部 1 4 3 3 は、インクリメントした分配信号の値が領域ラベル生成部 1 6 の個数 n 以上である場合、インクリメントした分配信号の値から「1」を減算し、分配信号の値を、個数 $n - 1$ に固定（クリップ）する（ステップS 3 6）。なお、インクリメントした分配信号の値が領域ラベル生成部 1 6 の個数 n 以上でない場合には、このステップS 3 6 の処理は行わない。そして、分配信号付与部 1 4 3 3 は、ステップS 3 2 に戻って、次の頂点座標に対する分配信号の付与処理を行う。

[0102] 一方、ステップS 3 4 において、（ $i \div n$ ）の整数部が偶数でない、つまり、奇数である場合（ステップS 3 4 の“NO”）、分配信号付与部 1 4 3 3 は、現在の分配信号の値から「1」を減算して、分配信号の値をデクリメントする（ステップS 3 7）。

- [0103] 続いて、分配信号付与部 1433 は、デクリメントした分配信号の値が「0」以下である場合、デクリメントした分配信号の値に「1」を加算して、分配信号の値を、「0」に固定（クリップ）する（ステップ S38）。なお、デクリメントした分配信号の値が「0」以下でない場合には、このステップ S38 の処理は行わない。そして、分配信号付与部 1433 は、ステップ S32 に戻って、次の頂点座標に対する分配信号の付与処理を行う。
- [0104] 分配信号付与部 1433 は、ステップ S32 のループで表された分配信号の付与処理を、ソート済み頂点座標記憶部 1432 に記憶された全ての頂点座標に対して行って、それぞれの頂点座標に分配信号を付与する。
- [0105] このような構成および動作によって、頂点座標分配信号生成部 14 は、輝度画像において同じ頂点画素に属する周辺画素に領域ラベルを付与する演算が、画像処理装置 1 に備えたそれぞれの演算リソースである領域ラベル生成部 16 で概ね均等になるように分配するための分配信号を付与した頂点座標を、頂点座標分配部 15 に出力する。
- [0106] そして、頂点座標分配部 15 は、頂点座標分配信号生成部 14 から入力された頂点座標に付与されている分配信号に基づいて、それぞれの頂点座標を、対応する領域ラベル生成部 16 に分配する（振り分ける）。これにより、図 9D に示したように、それぞれの領域ラベル生成部 16 の演算負荷の総和が概ね均等になり、それぞれの領域ラベル生成部 16 を遊休させることなく稼働させることができる。このことにより、画像処理装置 1 における全体の処理時間の短縮を図ることができる。
- [0107] ここで、画像処理装置 1 に備えた領域ラベル生成部 16 について説明する。図 11A～図 11G は、本発明の第 1 の実施形態の画像処理装置 1 に備えた領域ラベル生成部 16 による領域ラベルの生成処理の一例を模式的に示した図である。図 11A～図 11G には、領域ラベル生成部 16 が、同じ頂点画素に属する周辺画素に領域ラベルを付与する処理を、段階的に示している。
- [0108] 図 11A には、勾配データ記憶部 12 に記憶されている勾配データの一例

を示している。図 1 1 A に示した勾配データでは、頂点画素が中心に位置し、その周囲に位置する周辺画素のそれぞれに勾配ラベルが付与されている。なお、図 1 1 A に示した勾配データでは、頂点画素を「×」印で示し、勾配ラベルを、図 1 B に示した勾配データと同様に、矢印で模式的に示している。

[0109] 演算を行う対象の頂点画素（「×」印）の位置を表す頂点座標が入力されると、領域ラベル生成部 1 6 は、入力された頂点座標に位置する頂点画素の頂点ラベルと、その周囲の 8 画素分の周辺画素の勾配データとを、勾配データ記憶部 1 2 から読み出す。そして、領域ラベル生成部 1 6 は、読み出した 8 つの周辺画素の勾配データにそれぞれ付与されている勾配ラベルが、読み出した頂点画素に向かう勾配方向を表しているか否かを判定する。図 1 1 B に示した一例では、8 つの周辺画素の勾配データの内、頂点画素の右下の周辺画素の勾配データ以外が、頂点画素に向かう勾配方向を表している状態を示している。

[0110] 領域ラベル生成部 1 6 は、頂点画素に向かう勾配方向を表している勾配データに対応する周辺画素のそれぞれに、頂点画素の頂点ラベルと同じ値の領域ラベルを付与する。図 1 1 C に示した一例では、頂点画素に向かう勾配方向を表している周辺画素、つまり、頂点画素の右下の周辺画素以外に、頂点画素の頂点ラベルと同じ値（ここでは、丸で囲んだ「8」）の領域ラベルを付与した状態を示している。

[0111] その後、領域ラベル生成部 1 6 は、同じ領域ラベルを付与したそれぞれの周辺画素を順次中心として、その周囲の 8 画素分の周辺画素の勾配データを勾配データ記憶部 1 2 から読み出し、読み出した 8 つの周辺画素の勾配データにそれぞれ付与されている勾配ラベルが、中心とした周辺画素に向かう勾配方向を表しているか否かを判定する。図 1 1 D に示した一例では、頂点画素の右上に位置する丸で囲んだ周辺画素を中心として、その周囲の 8 画素分の周辺画素の勾配データを勾配データ記憶部 1 2 から読み出した場合を示している。また、図 1 1 D に示した一例では、読み出した 8 つの周辺画素の勾

配データの内、左側中央の周辺画素の勾配データのみが、中心とした周辺画素に向かう勾配方向を表している状態を示している。

[0112] 領域ラベル生成部 16 は、中心とした周辺画素に向かう勾配方向を表している勾配データに対応する周辺画素のそれぞれに、中心とした周辺画素に付与した領域ラベルと同じ値の領域ラベルを付与する。図 11E に示した一例では、中心とした周辺画素に向かう勾配方向を表している左側中央の周辺画素のみに、同じ値（ここでは、丸で囲んだ「8」）の領域ラベルを付与した状態を示している。

[0113] 同様に、領域ラベル生成部 16 が、同じ領域ラベル（図 11C において、丸で囲んだ「8」）を付与したそれぞれの周辺画素を順次中心とし、その中心とした周辺画素に向かう勾配方向を表しているか否かを判定することによって、図 11F に示したような領域の周辺画素に、頂点画素の頂点ラベルと同じ値（ここでは、丸で囲んだ「8」）の領域ラベルが付与される。

[0114] なお、図 11F では、図 11B において頂点画素に向かう勾配方向を表している周辺画素ではないと判定された、頂点画素の右下の周辺画素（網掛けで表した周辺画素）にも、同じ値の領域ラベルが付与されている。これは、頂点画素の下側中央の周辺画素を中心として、その中心とした周辺画素に向かう勾配方向を表しているか否かを判定した結果、頂点画素の右下の周辺画素は、頂点画素の下側中央の周辺画素に向かう勾配方向を表していると判定されたことによるものである。

[0115] その後、同様に、領域ラベル生成部 16 は、新たに同じ領域ラベルを付与したそれぞれの周辺画素を順次中心として、その中心とした周辺画素に向かう勾配方向を表しているか否かの判定を行い、中心とした周辺画素に向かう勾配方向を表していると判定された周辺画素に、同じ値の領域ラベルを付与する。

[0116] このように、領域ラベル生成部 16 は、中心に位置する頂点画素から順次、勾配方向を判定する領域を広げていき、最終的に全ての周辺画素が、中心とした周辺画素に向かう勾配方向を表していないと判定された場合に、同じ

頂点画素に属する周辺画素に領域ラベルを付与する処理、つまり、領域ラベルの生成処理を終了する。図 11G には、図 11F において丸で囲んだ周辺画素を順次中心として勾配方向を判定した結果に応じて領域ラベルを付与し、演算を行う対象の頂点画素（図 11A、図 11B、および図 11D において「×」印で示した頂点画素）に対する領域ラベルの生成処理が終了した最終的な領域ラベルデータの一例を示している。

[0117] 次に、画像処理装置 1 に備えた領域ラベル生成部 16 の構成および動作について説明する。図 12 は、本発明の第 1 の実施形態の画像処理装置 1 に備えた領域ラベル生成部 16 の構成を示したブロック図である。図 12 に示した領域ラベル生成部 16 は、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 と、最外周データ勾配判定部 162 と、を備えている。

[0118] 勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 は、頂点座標分配部 15 によって割り当てられた頂点座標に対応する頂点画素に属するそれぞれの周辺画素に領域ラベルを付与するため、勾配データ記憶部 12 から勾配ラベルまたは頂点ラベルを読み出すための勾配データ読み込み元アドレスを生成する。そして、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 は、生成した勾配データ読み込み元アドレスを勾配データ記憶部 12 に出力し、この勾配データ読み込み元アドレスに対応する記憶領域に記憶されている勾配ラベルまたは頂点ラベルを、最外周データ勾配判定部 162 に出力させる。さらに、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 は、生成した勾配データ読み込み元アドレスを、最外周データ勾配判定部 162 に出力する。また、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 は、最外周データ勾配判定部 162 から入力された勾配判定結果に基づいて、さらに別の勾配データ読み込み元アドレスを生成して、勾配データ記憶部 12 および最外周データ勾配判定部 162 に出力する。

[0119] 最外周データ勾配判定部 162 は、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 から入力された勾配データ読み込み元アドレスと、勾配データ記憶部 12 から入力された勾配ラベルおよび頂点ラベルに基づいて、同じ頂点画素

に属するそれぞれの周辺画素を判定する。そして、最外周データ勾配判定部 162 は、同じ頂点画素に属すると判定した周辺画素の勾配データ読み込み元アドレスを、同じ頂点画素に属すると判定した周辺画素の位置を表す座標を表した勾配判定結果として勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 に出力する。これにより、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 が、さらに別の勾配ラベルの読み出しを行う。また、最外周データ勾配判定部 162 は、同じ頂点画素に属するそれぞれの周辺画素の位置を表す領域ラベル書き込み先アドレスを生成し、生成した領域ラベル書き込み先アドレスと、この領域ラベル書き込み先アドレスに対応する記憶領域に記憶させる領域ラベルとを領域ラベル記憶部 17 に出力する。これにより、領域ラベル記憶部 17 の領域ラベル書き込み先アドレスに対応する記憶領域に、対応する領域ラベルが記憶される。

[0120] ここで、領域ラベル生成部 16 に備えたそれぞれの構成要素の動作について説明する。まず、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 について説明する。図 13 は、本発明の第 1 の実施形態の画像処理装置 1 に備えた勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 における処理手順を示したフローチャートである。

[0121] 領域ラベル生成部 16 に、演算を行う対象の頂点画素の位置を表す頂点座標が入力されると、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 は、まず、入力された頂点座標に対応する頂点画素の勾配データを読み出すための勾配データ読み込み元アドレスと、頂点画素の周囲に位置する 8 画素分の周辺画素の勾配データを読み出すための勾配データ読み込み元アドレスとを生成する。そして、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 は、生成した勾配データ読み込み元アドレスを、勾配データ記憶部 12 に出力する（ステップ S41）。

[0122] これにより、勾配データ記憶部 12 は、勾配データ読み込み元アドレスで指定された記憶領域に記憶している頂点画素の勾配データ（頂点ラベル）と、頂点画素の周囲に位置する 8 画素分の周辺画素の勾配データ（勾配ラベル

）とを、最外周データ勾配判定部 162 に出力する。また、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 は、生成した勾配データ読み込み元アドレスを、最外周データ勾配判定部 162 に出力する。これにより、最外周データ勾配判定部 162 は、後述する処理手順によって、頂点画素に向かう勾配方向を表している周辺画素を判定し、勾配判定結果を勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 に出力する。

[0123] 続いて、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 は、最外周データ勾配判定部 162 から出力された勾配判定結果、つまり、同じ頂点画素に属すると判定された周辺画素の位置を表す座標を取得する（ステップ S 42）。

[0124] 続いて、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 は、勾配判定結果に含まれるそれぞれの周辺画素の座標を記憶する（ステップ S 43）。また、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 は、勾配判定結果に含まれる周辺画素の座標数を記憶する（ステップ S 44）。例えば、勾配判定結果が、図 11B に示したように、8つの周辺画素の勾配データの内、頂点画素の右下の周辺画素の勾配データ以外が、頂点画素に向かう勾配方向を表している状態である場合、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 は、ステップ S 44 の処理において、「7」を、周辺画素の座標数として記憶する。

[0125] 続いて、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 は、ステップ S 45 のループにおいて、記憶した周辺画素の座標数分（図 11B に示した一例においては 7 回）、それぞれの周辺画素を中心とした勾配データ読み込み元アドレスの生成処理を行う。ステップ S 45 のループでは、まず、記憶した周辺画素の座標の内、いずれか 1 つの周辺画素の座標を読み出す（ステップ S 46）。

[0126] 続いて、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 は、読み出した座標の周辺画素を中心とした場合に、その周囲に位置する 8 画素分の周辺画素の勾配データを読み出すための勾配データ読み込み元アドレスを生成し、生成した勾配データ読み込み元アドレスを、勾配データ記憶部 12 に出力する（ステップ S 47）。例えば、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 は

、図 1 1 D に示したように、いずれか 1 つの周辺画素を中心とした、周囲に位置する 8 画素分の周辺画素の勾配データを読み出すための勾配データ読み込み元アドレスを生成して、勾配データ記憶部 1 2 に出力する。また、勾配データ読み込み元アドレス生成部 1 6 1 は、生成した勾配データ読み込み元アドレスを、最外周データ勾配判定部 1 6 2 に出力する。

[0127] これにより、勾配データ記憶部 1 2 は、ステップ S 4 1 の処理のときと同様に、勾配データ読み込み元アドレスで指定された記憶領域に記憶している周辺画素の勾配データ（勾配ラベル）を、最外周データ勾配判定部 1 6 2 に出力する。そして、最外周データ勾配判定部 1 6 2 は、後述する処理手順によって同様に、中心とした周辺画素に向かう勾配方向を表している周辺画素を判定し、新たな勾配判定結果を勾配データ読み込み元アドレス生成部 1 6 1 に出力する。

[0128] 続いて、勾配データ読み込み元アドレス生成部 1 6 1 は、最外周データ勾配判定部 1 6 2 から出力された新たな勾配判定結果、つまり、同じ頂点画素に属すると判定されたさらに外周の周辺画素の位置を表す座標を取得する（ステップ S 4 8）。

[0129] 続いて、勾配データ読み込み元アドレス生成部 1 6 1 は、勾配判定結果に含まれるそれぞれの周辺画素の座標を記憶する（ステップ S 4 9）。なお、このステップ S 4 9 の処理において記憶する周辺画素の座標は、ステップ S 4 3 の処理において記憶した周辺画素の座標に追加して記憶する。この場合、周辺画素の座標を記憶する記憶領域は、例えば、先入れ先出し（F I F O）形式の記憶領域が考えられる。なお、このステップ S 4 9 の処理において周辺画素の座標を記憶する記憶領域は、ステップ S 4 3 の処理において周辺画素の座標を記憶した記憶領域と異なる記憶領域であってもよい。

[0130] また、勾配データ読み込み元アドレス生成部 1 6 1 は、勾配判定結果に含まれる周辺画素の座標数を記憶する（ステップ S 4 1 0）。例えば、勾配判定結果が、図 1 1 D に示したように、8 つの周辺画素の勾配データの内、左側中央の周辺画素の勾配データのみが、中心とした周辺画素に向かう勾配方

向を表している状態である場合、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 は、ステップ S 410 の処理において、「1」を、周辺画素の座標数として記憶する。

[0131] なお、このステップ S 410 の処理において記憶する周辺画素の座標数は、ステップ S 44 の処理において記憶した周辺画素の座標数に累積加算して記憶する。従って、ステップ S 45 のループを、ステップ S 44 の処理において記憶した周辺画素の座標数＝「7」回繰り返す、図 11C において丸で囲んで示した、領域ラベルを付与した周辺画素の領域の勾配データの読み出しが終了すると、ステップ S 410 の処理において記憶する周辺画素の座標数は、図 11F において丸で囲んで示した周辺画素の数＝「11」となる。

[0132] なお、周辺画素の座標数を記憶する記憶領域は、例えば、ステップ S 44 の処理において周辺画素の座標数を記憶した記憶領域と異なるカウンタ形式の記憶領域が考えられる。ただし、ステップ S 44 の処理において記憶した周辺画素の座標数が、今回のステップ S 45 のループの処理を開始する際に、ステップ S 45 のループカウンタに移行されて空き状態となる構成である場合には、ステップ S 410 の処理において周辺画素の座標数を記憶する記憶領域と、ステップ S 44 の処理において周辺画素の座標数を記憶した記憶領域と共有してもよい。そして、ステップ S 410 の処理において記憶した周辺画素の座標数は、今回のステップ S 45 のループの処理を終了した後に、ステップ S 45 のループの処理を再度繰り返すか否かの判定に用いられる。

[0133] その後、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 は、ステップ S 44 の処理において記憶した周辺画素の座標数＝「7」回のステップ S 45 のループを終了すると、ステップ S 410 の処理において記憶されている周辺画素の座標数が「0」であるか否かを判定する（ステップ S 411）。

[0134] ステップ S 411 において、記憶されている周辺画素の座標数が「0」でない、つまり、同じ頂点画素に属すると判定された周辺画素の勾配データの読み出しが終了していないと判定した場合（ステップ S 411 の“NO”）

、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 は、ステップ S 45 に戻って、周辺画素の勾配データを読み出すための勾配データ読み込み元アドレスの生成を継続する。このとき、ステップ S 45 のループを繰り返す回数は、ステップ S 410 の処理において記憶された周辺画素の座標数分（図 11F に示した一例においては 11 回）である。これにより、例えば、図 11F において丸で囲んで示した、領域ラベルを付与した周辺画素の領域の勾配データの読み出しを行う。

[0135] 一方、ステップ S 411 において、記憶されている周辺画素の座標数が「0」である、つまり、同じ頂点画素に属すると判定された周辺画素の勾配データの読み出しが終了したと判定した場合（ステップ S 411 の“YES”）、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 は、勾配データ読み込み元アドレスを生成する処理を終了する。これにより、例えば、図 11G に示したように領域ラベルを付与した最終的な領域ラベルデータが生成される。

[0136] 続いて、最外周データ勾配判定部 162 について説明する。図 14 は、本発明の第 1 の実施形態の画像処理装置 1 に備えた最外周データ勾配判定部 162 における処理手順を示したフローチャートである。最外周データ勾配判定部 162 は、図 14 に示した処理手順を、図 13 に示した勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 の処理手順におけるステップ S 41 とステップ S 47 とのそれぞれに対応して実行する。以下の説明においては、最外周データ勾配判定部 162 が、ステップ S 41 に対応して実行するものとして説明する。

[0137] 最外周データ勾配判定部 162 は、勾配データ記憶部 12 から、勾配データ読み込み元アドレスに対応した頂点画素の勾配データ（頂点ラベル）と、頂点画素の周囲に位置する 8 画素分の周囲画素の勾配データ（勾配ラベル）とを受け取る。また、最外周データ勾配判定部 162 は、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 が生成した勾配データ読み込み元アドレスを、頂点画素および周囲画素の位置を表す座標として受け取る（ステップ S 51）。

- [0138] 続いて、最外周データ勾配判定部 162 は、ステップ S52 のループにおいて、受け取った 8 画素分の周囲画素の勾配データのそれぞれに対する勾配方向の判定処理を行う。ステップ S52 のループでは、まず、受け取った 8 画素分の周囲画素の勾配データの内、いずれか 1 つの周囲画素の勾配データに付与されている勾配ラベルが、中心の画素に向かう勾配方向を表しているか否か、つまり、同じ頂点画素に属しているか否かを判定する（ステップ S53）。
- [0139] ステップ S53 において、現在の周囲画素の勾配データに付与されている勾配ラベルが、中心の画素に向かう勾配方向を表していない、つまり、同じ頂点画素に属していないと判定した場合（ステップ S53 の “NO”）、最外周データ勾配判定部 162 は、次のいずれか 1 つの周囲画素に対するステップ S52 のループの処理を行う。
- [0140] 一方、ステップ S53 において、現在の周囲画素の勾配データに付与されている勾配ラベルが、中心の画素に向かう勾配方向を表している、つまり、同じ頂点画素に属していると判定した場合（ステップ S53 の “YES”）、最外周データ勾配判定部 162 は、ステップ S54 において、受け取った頂点画素の勾配データに付与されている頂点ラベルと同じ値の領域ラベルを、現在の周囲画素の領域ラベルとして領域ラベル記憶部 17 に出力する。また、最外周データ勾配判定部 162 は、領域ラベルを出力する周囲画素の位置を表す座標を、領域ラベル書き込み先アドレスとして領域ラベル記憶部 17 に出力する。
- [0141] 続いて、最外周データ勾配判定部 162 は、領域ラベルを出力する周囲画素の位置を表す座標を、勾配判定結果として勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 に出力する（ステップ S55）。そして、最外周データ勾配判定部 162 は、次のいずれか 1 つの周囲画素に対するステップ S52 のループの処理を行う。
- [0142] このようにして、最外周データ勾配判定部 162 は、受け取った 8 画素分の周囲画素の勾配データのそれぞれに対して、勾配方向の判定処理を行う。

これにより、例えば、図 11C、図 11E、図 11F というように、同じ頂点画素に属する周辺画素に領域ラベルを付与した領域が順次広がっていき、最終的に、図 11G に示したような、領域ラベルデータが領域ラベル記憶部 17 に記憶される。

[0143] このような構成および動作によって、領域ラベル生成部 16 は、同じ頂点画素に属する周辺画素に同じ領域ラベルを付与する領域分割処理を行う。この領域分割処理では、領域ラベル生成部 16 は、頂点画素から周囲画素へと広がるように領域ラベルを付与する。このため、画像処理装置 1 に備えた複数の領域ラベル生成部 16 のそれぞれは、異なる頂点画素に対する領域分割処理を並列に行うことができる。そして、画像処理装置 1 では、画像処理装置 1 に備えた領域ラベル生成部 16 の数に応じて期待される全体の処理時間の短縮を図ることができる。

[0144] なお、上述した説明では、図 14 に示した最外周データ勾配判定部 162 の処理手順を、図 13 に示した勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 の処理手順のステップ S41 に対応して実行する場合について説明した。しかし、上述したように、図 14 に示した処理手順は、図 13 に示した勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 の処理手順のステップ S41 とステップ S47 とのそれぞれに対応して実行される。図 14 に示した処理手順が、図 13 に示した勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 の処理手順のステップ S47 に対応して実行される場合、最外周データ勾配判定部 162 は、前回の図 14 に示した処理手順によって同じ頂点画素に属すると判定した周辺画素を中心としたときの勾配データおよび座標を、頂点画素の勾配データおよび座標として受け取る。このため、受け取った頂点画素の勾配データには、頂点ラベルは付与されていない。従って、最外周データ勾配判定部 162 は、今回のステップ S54 の処理において、前回の図 14 に示した処理手順のステップ S54 の処理において出力した領域ラベルと同じ値の領域ラベルを、領域ラベル記憶部 17 に出力する。

[0145] 第 1 の実施形態によれば、入力された画像（輝度画像）に含まれるそれぞ

れの画素に順次注目し、注目した画素（注目画素）の輝度値と、注目画素の周囲に位置する他の画素（周囲画素）の輝度値とに基づいて、輝度値が高い画素に向かう方向を示す値の第1のラベル（勾配ラベル）、または周囲に位置する全ての画素（周囲画素）よりも輝度値が高いことを示す値の第2のラベル（頂点ラベル）で、輝度画像に含まれるそれぞれの画素を表した勾配データを生成する勾配データ生成部（勾配データ生成部11）と、頂点ラベルで表された注目画素のそれぞれを頂点画素とし、頂点画素の位置を表す頂点座標に基づいて、輝度画像内の領域を、同じ頂点画素に属する画素（周辺画素）が含まれる領域に分割し、分割した領域に含まれるそれぞれの周辺画素を、同じ頂点画素に属する画素であることを示す値の第3のラベル（領域ラベル）で表した領域ラベルデータを生成する複数の領域ラベル生成部（領域ラベル生成部16）と、それぞれの領域ラベル生成部16が、輝度画像内の領域を同じ頂点画素に属する周辺画素が含まれる領域に分割する演算の負荷が均等になるように、演算を行う対象の頂点画素のそれぞれを、領域ラベル生成部16のそれぞれに分配する頂点画素分配部（頂点座標分配信号生成部14および頂点座標分配部15）と、を備える画像処理装置（画像処理装置1）が構成される。

[0146] また、第1の実施形態によれば、頂点画素分配部（頂点座標分配信号生成部14）は、頂点画素を中心としたときに、中心とした頂点画素から予め定めた範囲内の領域に位置する他の頂点画素の数に基づいて、中心とした頂点画素に属する周辺画素の領域の大きさを表す領域面積を、それぞれの頂点画素ごとに推定する領域面積推定部（領域面積推定部141）と、それぞれの領域面積に基づいて、演算を行う対象の頂点画素に対応する領域面積の差が最小になるように、それぞれの頂点画素を領域ラベル生成部16のそれぞれに割り当て、割り当てた領域ラベル生成部16を表す分配信号を、それぞれの頂点画素に対応する頂点座標に付与する頂点座標分配スケジューリング部（頂点座標分配スケジューリング部143）と、それぞれの頂点座標に付与された分配信号に基づいて、分配信号が表す領域ラベル生成部16に頂点座

標を出力する頂点座標分配部（頂点座標分配部 1 5）と、を備える画像処理装置 1 が構成される。

[0147] また、第 1 の実施形態によれば、領域面積推定部 1 4 1 は、中心とした頂点画素の頂点座標と、他の頂点画素の頂点座標とに基づいて、2 つの頂点画素の間の距離をそれぞれ算出し、算出した 2 つの頂点画素の間の距離に基づいて、中心とした頂点画素の位置から予め定めた距離の範囲内の領域（閾値領域）に存在する他の頂点画素の数を計数し、計数した他の頂点画素の数の逆数を用いて、それぞれの頂点画素に対応する領域面積を推定する画像処理装置 1 が構成される。

[0148] また、第 1 の実施形態によれば、頂点座標分配スケジューリング部 1 4 3 は、頂点画素を、予め定めた順番で領域ラベル生成部 1 6 のそれぞれに割り当てる画像処理装置 1 が構成される。

[0149] また、第 1 の実施形態によれば、頂点座標分配スケジューリング部 1 4 3 は、対応する領域面積に基づいて、それぞれの頂点画素を予め定めた順番に並び替えるソート部（ソート部 1 4 3 1）、を備え、ソート部 1 4 3 1 が並び替えた後の頂点画素を、領域ラベル生成部 1 6 のそれぞれに割り当てる画像処理装置 1 が構成される。

[0150] また、第 1 の実施形態によれば、頂点座標分配スケジューリング部 1 4 3 は、複数の領域ラベル生成部 1 6 の順番が昇順と降順とを交互に繰り返すように、頂点画素を、領域ラベル生成部 1 6 のそれぞれに割り当てる画像処理装置 1 が構成される。

[0151] また、第 1 の実施形態によれば、領域ラベル生成部 1 6 のそれぞれは、頂点座標に対応する頂点画素を中心とし、頂点画素の周囲に位置するそれぞれの画素（周辺画素）を表すそれぞれの勾配データを取得する勾配データ取得部（勾配データ読み込み元アドレス生成部 1 6 1）と、取得した勾配データに含まれるそれぞれの周辺画素を表す勾配ラベルの値が、頂点画素に向かう方向を示す値であるか否かを判定し、頂点画素に向かう方向を示す値の勾配ラベルで表された周辺画素を、頂点画素を表す頂点ラベルの値と同じ値の領

域ラベルで表した領域ラベルデータを生成する勾配判定部（最外周データ勾配判定部 162）と、を備える画像処理装置 1 が構成される。

[0152] また、第 1 の実施形態によれば、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 は、最外周データ勾配判定部 162 によって頂点画素に向かう方向を示す値の勾配ラベルであると判定されたそれぞれの周辺画素を順次中心とし、中心とした周辺画素の周囲に位置するそれぞれの画素（周辺画素）を表すそれぞれの勾配データをさらに取得し、最外周データ勾配判定部 162 は、さらに取得した勾配データに含まれるそれぞれの画素を表す勾配ラベルの値が、中心とした周辺画素に向かう方向を示す値であるか否かを順次判定し、中心とした周辺画素に向かう方向を示す値の勾配ラベルで表された周辺画素を、中心とした周辺画素を表す領域ラベルの値と同じ値の領域ラベルで表した領域ラベルデータを順次生成する画像処理装置 1 が構成される。

[0153] また、第 1 の実施形態によれば、勾配データ読み込み元アドレス生成部 161 は、順次中心とするそれぞれの周辺画素の領域が、頂点画素に対応する頂点座標の位置から順次外周の周辺画素に広がるように、それぞれの周辺画素を表すそれぞれの勾配データを取得し、最外周データ勾配判定部 162 は、頂点画素を表す頂点ラベルの値と同じ値の領域ラベルで表した領域が、頂点画素に対応する頂点座標の位置から順次外周の周辺画素に広がる領域ラベルデータを生成する画像処理装置 1 が構成される。

[0154] このように、第 1 の実施形態の画像処理装置 1 では、頂点座標分配信号生成部 14 が、それぞれの領域ラベル生成部 16 の演算負荷の総和、つまり、それぞれの領域ラベル生成部 16 が領域ラベルを付与する周辺画素の領域の面積の総和が概ね均等になるように、演算を行う対象の頂点画素の頂点座標に、領域ラベル生成部 16 の割り当てを表す分配信号を予め付与する。そして、第 1 の実施形態の画像処理装置 1 では、頂点座標分配部 15 が、頂点座標に付与された分配信号に基づいて、それぞれの頂点座標を、対応する領域ラベル生成部 16 に分配する（振り分ける）。これにより、それぞれの領域ラベル生成部 16 を遊休させることなく稼働させ、画像処理装置 1 における

全体の処理時間の短縮を図ることができる。

[0155] (第1の実施形態の第1の変形例)

なお、第1の実施形態の画像処理装置1では、頂点座標分配信号生成部14が、図9Cに示したように、領域ラベル生成部16の順番が昇順と降順とを交互に繰り返すように、それぞれの頂点座標を割り当てる分配信号を付与する場合について説明した。しかし、頂点座標分配信号生成部14がそれぞれの頂点座標を割り当てる際の順番は、図9Cに示した順番、すなわち、図10に示した処理手順に限定されるものではない。例えば、頂点座標分配信号生成部14内の頂点座標分配スケジューリング部143に備えた分配信号付与部1433が、領域ラベル生成部16の順番を昇順または降順のいずれか一方を繰り返すように、それぞれの頂点座標を割り当てる分配信号を付与してもよい。

[0156] ここで、この場合の頂点座標分配スケジューリング部143の動作について説明する。図15A～図15Dは、本発明の第1の実施形態の画像処理装置1に備えた頂点座標分配スケジューリング部143による分配信号の付与処理の別の方法を説明する図である。図15A～図15Cにおいても、図9A～図9Cと同様に、横軸はそれぞれの頂点座標の並びを表し、縦軸はそれぞれの頂点座標において推定された領域面積の大きさを表している。また、図15Dにおいても、図9Dと同様に、横軸はそれぞれの領域ラベル生成部16を表し、縦軸はそれぞれの領域ラベル生成部16に割り当てられた演算負荷を領域面積の大きさを表している。なお、図15Aおよび図15Bは、図9Aおよび図9Bと同様であるため、詳細な説明は省略する。

[0157] 図15Cに示した一例では、分配信号付与部1433が、領域ラベル生成部16の順番として昇順を繰り返すように、ソート部1431によって並び替えられたそれぞれの頂点座標を順番に割り当てている場合を示している。より具体的には、図15Cに示した一例では、1つ目～3つ目まで、領域ラベル生成部16-0～領域ラベル生成部16-2に、頂点座標を昇順に割り当て、4つ目～6つ目まで、領域ラベル生成部16-0～領域ラベル生成部

16-2に、頂点座標を昇順に割り当てている。これにより、図15Cに示した一例では、1つ目の頂点座標と4つ目の頂点座標とが領域ラベル生成部16-0に割り当てられ、2つ目の頂点座標と5つ目の頂点座標とが領域ラベル生成部16-1に割り当てられ、3つ目の頂点座標と6つ目の頂点座標とが領域ラベル生成部16-2に割り当てられる。

[0158] 図15Cに示したようにそれぞれの頂点座標を割り当てることによっても、それぞれの領域ラベル生成部16の演算負荷（領域面積）の総和が概ね均等になる。図15Dには、図15Cに示した一例のようにそれぞれの頂点座標が割り当てられた場合における領域ラベル生成部16-0～領域ラベル生成部16-2の演算負荷を、領域面積の大きさで表している。ただし、図9Dに示した一例と図15Dに示した一例とを比べてわかるように、図9Dに示した一例の方が、演算負荷（領域面積）の総和がより均等に近い。しかし、図15Cに示したように振り分けるための処理手順は、図9Cに示したように振り分けるための処理手順（図10参照）よりも、より簡易な処理手順である。

[0159] （第1の実施形態の第2の変形例）

また、例えば、頂点座標分配スケジューリング部143は、分配信号を付与した後に、それぞれの領域ラベル生成部16に割り当てた頂点座標に対して簡易的に推定した領域面積の合計（総和）に基づいて、頂点座標の割り当てを変更（補正）するようにしてもよい。この場合、頂点座標分配スケジューリング部143に備えた分配信号付与部1433は、それぞれの領域ラベル生成部16に割り当てた領域面積の総和の差に基づいて、頂点座標の割り当てを変更する。

[0160] この場合の一例について説明する。図16Aおよび図16Bは、本発明の第1の実施形態の画像処理装置1に備えた頂点座標分配スケジューリング部143による分配信号の付与処理のさらに別の方法を説明する図である。図16Aおよび図16Bは、図9Dおよび図15Dと同様に、横軸にそれぞれの領域ラベル生成部16を表し、縦軸にそれぞれの領域ラベル生成部16に

割り当てられた演算負荷を領域面積の大きさで表している。そして、図 16 A には、頂点座標の割り当てを変更（補正）する前の状態を示し、図 16 B には、頂点座標の割り当てを変更（補正）した後の状態を示している。

[0161] 図 16 A に示したように、特定の領域ラベル生成部 16（図 16 A においては、領域ラベル生成部 16-0）に割り当てた頂点座標に対して推定した領域面積の総和が、他の領域ラベル生成部 16（図 16 A においては、領域ラベル生成部 16-1 および領域ラベル生成部 16-2）に割り当てた頂点座標に対して推定した領域面積の総和よりも大きい場合を考える。この場合、分配信号付与部 1433 は、領域面積の総和の差を、領域ラベル生成部 16 の数で除算する。そして、分配信号付与部 1433 は、除算した領域面積に相当する領域面積である頂点座標を、領域面積の総和が大きい領域ラベル生成部 16 以外の領域ラベル生成部 16 に割り当て直すように、その頂点座標に付与した分配信号を変更（補正）する。

[0162] 図 16 B には、領域面積の総和が大きい領域ラベル生成部 16-0 に割り当てた頂点座標を、領域面積の総和が小さい領域ラベル生成部 16-1 および領域ラベル生成部 16-2 に割り当て直した場合の一例を示している。このように、頂点座標分配スケジューリング部 143 が、分配信号を付与した後に、それぞれの領域ラベル生成部 16 への頂点座標の割り当てを変更（補正）することによって、図 16 B に示したように、それぞれの領域ラベル生成部 16 に割り当てた頂点座標に対して推定した領域面積の総和が、より均等に近くなり、それぞれの領域ラベル生成部 16 をより効率的に稼働させることができる。

[0163] 第 1 の実施形態の第 2 の変形例によれば、頂点座標分配スケジューリング部 143 は、それぞれの領域ラベル生成部 16 に割り当てられた領域面積の総和の内、最も大きい領域面積の総和と最も小さい領域面積の総和との差を、領域ラベル生成部 16 の数で除算し、除算した結果の領域面積に相当する領域面積に対応する頂点画素を、領域面積の総和が最も大きい領域ラベル生成部 16 以外の領域ラベル生成部 16 のそれぞれに割り当て直す画像処理装

置 1 が構成される。

[0164] (第 1 の実施形態の第 3 の変形例)

なお、第 1 の実施形態の画像処理装置 1 では、頂点座標分配信号生成部 14 が、図 6 に示したように、予め定めた距離の閾値で設定される閾値領域（単位面積）内に存在する頂点画素の数で表される頂点密度の逆数を用いて、領域面積を簡易的に推定する方法について説明した。しかし、頂点座標分配信号生成部 14 が領域面積を推定する方法は、図 6 に示した方法、すなわち、図 7 に示した処理手順に限定されるものではない。例えば、頂点座標分配信号生成部 14 内の領域面積推定部 141 が、閾値領域（単位面積）内に存在する頂点画素の数を、予め定めた任意の数の閾値と比較することによって、領域面積の簡易的な推定を離散的に行ってもよい。つまり、領域面積推定部 141 が、予め定めた範囲ごとに切り分けるように領域面積を推定してもよい。

[0165] この場合の処理手順について説明する。図 17 は、本発明の第 1 の実施形態の画像処理装置 1 に備えた領域面積推定部 141 における別の処理手順を示したフローチャートである。なお、図 17 に示した領域面積推定部 141 における領域面積の推定処理では、予め定めた領域面積の閾値として、複数の領域面積 θ （以下、「推定領域面積 θ 」という）が離散的に設定されている。領域面積推定部 141 は、閾値領域内に存在する頂点画素の数と、推定領域面積 θ の逆数で表される頂点数とを比較することによって、それぞれの頂点画素に属する領域面積を、推定領域面積 θ のいずれかに推定する。以下の説明においては、 n 個の推定領域面積 θ （推定領域面積 $\theta_0 \sim$ 推定領域面積 θ_n 、 $\theta_0 > \theta_n$ ）が設定されているものとし、例えば、図 7 に示した処理手順によって閾値領域内に存在する頂点画素の数の検出が終了した後に、領域面積を、いずれかの推定領域面積 θ に推定する場合について説明する。

[0166] 領域面積推定部 141 が、閾値領域内に存在する頂点画素の数の検出が終了すると、検出した頂点画素の数が、推定領域面積 θ_0 の逆数（推定領域面積 θ_0 に対応する頂点数）よりも少ないか否かを判定する（ステップ S61）。

ステップS 6 1において、検出した頂点画素の数が、推定領域面積 θ_0 に対応する頂点数よりも少ないと判定した場合（ステップS 6 1の“YES”）、領域面積推定部1 4 1は、ステップS 6 2において、領域面積は、推定領域面積 θ_0 と同等であると推定する。つまり、領域面積推定部1 4 1は、ステップS 6 1およびステップS 6 2において、推定領域面積 θ_0 よりも小さい領域面積は、推定領域面積 θ_0 と同等であると推定する。そして領域面積推定部1 4 1は、推定した領域面積の情報（＝推定領域面積 θ_0 ）を、閾値領域内に存在するそれぞれの頂点座標に紐付けて、領域面積記憶部1 4 2に記憶させ、領域面積の推定処理を終了する。

[0167] 一方、ステップS 6 1において、検出した頂点画素の数が、推定領域面積 θ_0 に対応する頂点数よりも少なくない、つまり、検出した頂点画素の数が推定領域面積 θ_0 に対応する頂点数以上であると判定した場合（ステップS 6 1の“NO”）、領域面積推定部1 4 1は、ステップS 6 3の処理に進む。

[0168] 続いて、領域面積推定部1 4 1は、検出した頂点画素の数が、推定領域面積 θ_1 の逆数（推定領域面積 θ_1 に対応する頂点数）よりも少ないか否かを判定する（ステップS 6 3）。ステップS 6 3において、検出した頂点画素の数が、推定領域面積 θ_1 に対応する頂点数よりも少ないと判定した場合（ステップS 6 3の“YES”）、領域面積推定部1 4 1は、ステップS 6 4において、領域面積は、推定領域面積 θ_1 と同等であると推定する。つまり、領域面積推定部1 4 1は、ステップS 6 3およびステップS 6 4において、推定領域面積 θ_0 以下で、推定領域面積 θ_1 よりも大きい範囲の領域面積は、推定領域面積 θ_1 と同等であると推定する。そして領域面積推定部1 4 1は、推定した領域面積の情報（＝推定領域面積 θ_1 ）を、閾値領域内に存在するそれぞれの頂点座標に紐付けて、領域面積記憶部1 4 2に記憶させ、領域面積の推定処理を終了する。

[0169] 一方、ステップS 6 3において、検出した頂点画素の数が、推定領域面積 θ_1 に対応する頂点数よりも少なくない、つまり、検出した頂点画素の数が推定領域面積 θ_1 に対応する頂点数以上であると判定した場合（ステップS 6 3

の“NO”）、領域面積推定部141は、ステップS65の処理に進む。

[0170] 同様に、領域面積推定部141は、検出した頂点画素の数と、推定領域面積 θ_2 ～推定領域面積 θ_{n-2} の逆数（推定領域面積 θ_2 ～推定領域面積 θ_{n-2} に対応する頂点数）との比較を行う。

[0171] 続いて、領域面積推定部141は、検出した頂点画素の数が、推定領域面積 θ_{n-1} の逆数（推定領域面積 θ_{n-1} に対応する頂点数）よりも少ないか否かを判定する（ステップS65）。ステップS65において、検出した頂点画素の数が、推定領域面積 θ_{n-1} に対応する頂点数よりも少ないと判定した場合（ステップS65の“YES”）、領域面積推定部141は、ステップS66において、領域面積は、推定領域面積 θ_{n-1} と同等であると推定する。つまり、領域面積推定部141は、ステップS65およびステップS66において、推定領域面積 θ_{n-2} 以下で、推定領域面積 θ_{n-1} よりも大きい範囲の領域面積は、推定領域面積 θ_{n-1} と同等であると推定する。そして領域面積推定部141は、推定した領域面積の情報（＝推定領域面積 θ_{n-1} ）を、閾値領域内に存在するそれぞれの頂点座標に紐付けて、領域面積記憶部142に記憶させ、領域面積の推定処理を終了する。

[0172] 一方、ステップS65において、検出した頂点画素の数が、推定領域面積 θ_{n-1} に対応する頂点数よりも少なくない、つまり、検出した頂点画素の数が推定領域面積 θ_{n-1} に対応する頂点数以上であると判定した場合（ステップS65の“NO”）、領域面積推定部141は、ステップS67において、領域面積は、推定領域面積 θ_n と同等であると推定する。つまり、領域面積推定部141は、ステップS65およびステップS67において、推定領域面積 θ_{n-1} 以上の領域面積は、推定領域面積 θ_n と同等であると推定する。そして領域面積推定部141は、推定した領域面積の情報（＝推定領域面積 θ_n ）を、閾値領域内に存在するそれぞれの頂点座標に紐付けて、領域面積記憶部142に記憶させ、領域面積の推定処理を終了する。

[0173] このように、領域面積推定部141は、予め定めた推定領域面積 θ の逆数（推定領域面積 θ に対応する頂点数）を閾値として、検出した頂点画素の数

と比較することによっても、領域面積を予め定めた範囲ごとに切り分けて簡易的に推定することができる。これにより、頂点座標分配スケジューリング部 143 は、領域面積記憶部 142 に記憶された領域面積の情報（＝推定領域面積 θ ）が紐付けられた頂点座標に基づいて、領域ラベル生成部 16 のそれぞれが行う演算負荷の総和が概ね均等になるように、それぞれの頂点座標を領域ラベル生成部 16 のそれぞれに割り当てることができる。

[0174] 第 1 の実施形態の第 3 の変形例によれば、領域面積推定部 141 は、中心とした頂点画素から予め定めた範囲内の領域に位置する他の頂点画素の数と、予め定めた複数の領域面積の閾値（推定領域面積 θ ）で表される頂点画素の数とに基づいて、それぞれの頂点画素に対応する領域面積を、予め定めた複数の推定領域面積 θ のいずれかに推定する画像処理装置 1 が構成される。

[0175] （第 1 の実施形態の第 4 の変形例）

なお、第 1 の実施形態の画像処理装置 1 では、頂点座標分配信号生成部 14 が、図 9 または図 15 に示したように、頂点座標分配信号生成部 14 内の頂点座標分配スケジューリング部 143 に備えたソート部 1431 によって、それぞれの頂点座標を予め定めた順番に並べ替え（ソートし）、この順番に従って分配信号付与部 1433 が、それぞれの頂点座標を領域ラベル生成部 16 に割り当てて構成について説明した。しかし、頂点座標分配信号生成部 14 がそれぞれの頂点座標を領域ラベル生成部 16 に割り当てて構成は、図 5 に示した構成、すなわち、図 9～図 10、および図 15 に示した処理を行う構成に限定されるものではない。例えば、頂点座標分配信号生成部 14 に備えた領域面積記憶部 142 の構成を用いて、頂点座標分配信号生成部 14 内の頂点座標分配スケジューリング部 143 に備えたソート部 1431 と同様の機能を実現する構成であってもよい。

[0176] より具体的には、領域面積記憶部 142 の記憶領域（メモリ空間）の構成を、対応する領域面積ごとに離散的に分割した構成とする。そして、頂点座標分配信号生成部 14 に備えた領域面積推定部 141 が、推定した領域面積の情報をそれぞれの頂点座標に紐付けて領域面積記憶部 142 に記憶させる

際に、対応する領域面積のメモリ空間に静的に記憶させることによって、ソート部 1431 と同様の機能を実現する構成であってもよい。つまり、領域面積推定部 141 が、推定した領域面積の情報をそれぞれの頂点座標に紐付けて領域面積記憶部 142 に記憶させる際のアドレス制御によって、ソート部 1431 と同様の機能を実現する構成であってもよい。

[0177] この場合の頂点座標分配信号生成部 14 の構成について説明する。図 18 は、本発明の第 1 の実施形態の画像処理装置 1 に備えた頂点座標分配信号生成部 14 の別の構成を示したブロック図である。図 18 に示した頂点座標分配信号生成部 14 a は、領域面積推定部 141 a と、領域面積記憶部 142 a と、頂点座標分配スケジューリング部 143 a と、を備えている。

[0178] 領域面積推定部 141 a は、領域面積推定部 141 と同様に、頂点座標記憶部 13 に記憶されているそれぞれの頂点座標に基づいて、輝度画像に含まれるそれぞれの頂点画素に属する周辺画素の領域面積を簡易的に推定する。そして、領域面積推定部 141 a は、推定したそれぞれの頂点画素に属する周辺画素の領域面積の情報を領域面積記憶部 142 a のアドレスとし、それぞれの頂点画素の頂点座標を領域面積記憶部 142 a に記憶するデータとして、領域面積記憶部 142 a に出力する。

[0179] 領域面積記憶部 142 a は、領域面積推定部 141 から出力されたそれぞれの頂点画素の頂点座標を、アドレスとして指定された領域面積に対応するメモリ空間に記憶する。図 18 には、領域面積記憶部 142 a のメモリ空間を、予め定め n 個の推定領域面積 θ （推定領域面積 $\theta_0 \sim$ 推定領域面積 θ_n ， $\theta_0 > \theta_n$ ）のそれぞれに対応する n 個のメモリ空間（推定領域面積 θ_0 用空間 $\sim$ 推定領域面積 θ_n 用空間）に分割した構成の領域面積記憶部 142 a を示している。

[0180] 頂点座標分配スケジューリング部 143 a は、領域面積記憶部 142 a のそれぞれのメモリ空間に記憶されたそれぞれの頂点画素の頂点座標を、予め定めた順番で順次読み出し、読み出したそれぞれの頂点画素に対する演算を、領域ラベル生成部 16 のそれぞれに割り当てる。ここで、頂点座標分配ス

ケジューリング部 143a がそれぞれの頂点画素の頂点座標を読み出す順番が、頂点座標分配スケジューリング部 143 に備えたソート部 1431 と同様の機能を実現する。

[0181] 例えば、ソート部 1431 の機能が、頂点画素に属する領域面積が大きい順番に並び替える（ソートする）機能である場合には、頂点座標分配スケジューリング部 143a は、領域面積が最も大きい推定領域面積 θ_0 に対応するメモリ空間（推定領域面積 θ_0 用空間）から順番にそれぞれの頂点画素の頂点座標を読み出す。これにより、頂点座標分配スケジューリング部 143a は、頂点画素に属する領域面積が大きい順番、すなわち、昇順に並び替えた（ソートした）状態と同様の順番で、それぞれの頂点画素の頂点座標を読み出すことができる。

[0182] なお、頂点座標分配スケジューリング部 143a がそれぞれの頂点画素の頂点座標を読み出す順番を、領域面積が最も小さい推定領域面積 θ_n に対応するメモリ空間（推定領域面積 θ_n 用空間）からにすることによって、領域面積が小さい順番、すなわち、降順にすることもできる。

[0183] そして、頂点座標分配スケジューリング部 143a は、頂点座標分配スケジューリング部 143 と同様に、領域ラベル生成部 16 のそれぞれが行う演算負荷の総和が概ね均等になるように、読み出した頂点座標に分配信号を付与して頂点座標分配部 15 に出力する。

[0184] なお、図 18 に示した頂点座標分配信号生成部 14a の構成では、上述したように、頂点座標分配スケジューリング部 143a が領域面積記憶部 142a からそれぞれの頂点画素の頂点座標を読み出す順番によって、ソート部 1431 と同様の機能を実現している。このため、頂点座標分配スケジューリング部 143a には、図 8 に示した頂点座標分配スケジューリング部 143 において備えていたソート部 1431 とソート済み頂点座標記憶部 1432 との構成要素を備えていなくてもよい。

[0185] 第 1 の実施形態の第 4 の変形例によれば、領域面積推定部（領域面積記憶部 142a）は、それぞれの頂点画素に対応する領域面積を推定する際に、

推定したそれぞれの頂点画素を予め定めた順番に並び替え、頂点座標分配スケジューリング部（頂点座標分配スケジューリング部 143a）は、並び替えた後の頂点画素を、予め定めた順番で領域ラベル生成部 16 のそれぞれに割り当てる画像処理装置 1 が構成される。

[0186] このような構成および動作によって、第 1 の実施形態の画像処理装置 1 では、それぞれの領域ラベル生成部 16 の演算負荷が概ね均等になるように、演算を行う対象の頂点画素の頂点座標をそれぞれの領域ラベル生成部 16 に割り当てる。これにより、遊休する領域ラベル生成部 16 の発生を抑制し、それぞれの領域ラベル生成部 16 を効率的に稼働させることができる。このことにより、画像処理装置 1 において領域分割処理に要する全体の処理時間の短縮を図ることができる。

[0187] （第 2 の実施形態）

次に、本発明の第 2 の実施形態の画像処理装置について説明する。第 2 の実施形態の画像処理装置（以下、「画像処理装置 2」という）も、第 1 の実施形態の画像処理装置 1 と同様に、例えば、グレースケール画像などの輝度画像の領域を複数に分割し、複数の演算リソースで並列に領域分割処理の演算を行う画像処理装置である。なお、第 2 の実施形態の画像処理装置 2 が行う領域分割処理の概念も、図 1 に示した第 1 の実施形態の画像処理装置 1 における領域分割処理の概念と同様である。従って、第 2 の実施形態の画像処理装置 2 が行う領域分割処理の概念に関する詳細な説明は省略する。

[0188] 次に、画像処理装置 2 の構成について説明する。図 19 は、本発明の第 2 の実施形態における画像処理装置 2 の概略構成の一例を示したブロック図である。図 2 に示した画像処理装置 2 は、勾配データ生成部 11b と、勾配データ記憶部 12 と、頂点座標分配信号生成部 14b と、頂点座標分配部 15 と、 n 個の領域ラベル生成部 16-1 ～領域ラベル生成部 16-n と、領域ラベル記憶部 17 と、を備えている。

[0189] なお、第 2 の実施形態における画像処理装置 2 の構成要素には、第 1 の実施形態の画像処理装置 1 の構成要素と同様の構成要素も含まれている。従っ

て、第2の実施形態における画像処理装置2の構成要素において、第1の実施形態の画像処理装置1の構成要素と同様の構成要素には、同一の符号を付与し、それぞれの構成要素に関する詳細な説明は省略する。

[0190] 勾配データ生成部11bは、第1の実施形態の画像処理装置1に備えた勾配データ生成部11と同様に、入力された輝度画像に対応する勾配データを生成し、生成した勾配データを勾配データ記憶部12に出力する。ただし、勾配データ生成部11bでは、第1の実施形態の画像処理装置1に備えた勾配データ生成部11において出力していた頂点座標を出力しない。勾配データ生成部11bにおけるその他の動作は、第1の実施形態の勾配データ生成部11と同様であるため、勾配データ生成部11bの動作に関する詳細な説明は省略する。

[0191] 頂点座標分配信号生成部14bは、勾配データ記憶部12に記憶された勾配データに含まれる、頂点画素に付与された頂点ラベルに基づいて、輝度画像において同じ頂点画素に属する周辺画素に領域ラベルを付与する演算を、画像処理装置2に備えたそれぞれの演算リソースに分配する。そして、頂点座標分配信号生成部14bは、第1の実施形態の画像処理装置1に備えた頂点座標分配信号生成部14と同様に、演算リソースに演算を分配した情報を、頂点座標分配部15に出力する。

[0192] より具体的には、頂点座標分配信号生成部14bは、勾配データ記憶部12から読み出した勾配データの中から、頂点ラベルが付与された頂点画素の位置を検出する。そして、頂点座標分配信号生成部14bは、検出した頂点画素の位置を表す座標を頂点座標とし、この頂点座標に基づいて、検出した頂点画素の位置を中心とした予め定めた単位面積内に存在する、頂点ラベルが付与された他の頂点画素の数から、それぞれの頂点画素に属する周辺画素の領域面積を簡易的に推定する。そして、頂点座標分配信号生成部14bは、推定した領域面積に基づいて、第1の実施形態の画像処理装置1に備えた頂点座標分配信号生成部14と同様に、それぞれの頂点画素に対する演算を行う演算リソースを割り当て、割り当てた演算リソースを表す分配信号を付

与した頂点座標を、頂点座標分配部 15 に出力する。

[0193] 頂点座標分配信号生成部 14b の構成は、図 5 に示した第 1 の実施形態の画像処理装置 1 に備えた頂点座標分配信号生成部 14 の構成と同様である。ただし、頂点座標分配信号生成部 14b に備える領域面積推定部 141 (以下、「領域面積推定部 141b」という) の動作が、第 1 の実施形態の頂点座標分配信号生成部 14 に備えた領域面積推定部 141 と異なる。この領域面積推定部 141b の動作に関する詳細な説明は、後述する。

[0194] このような構成によって、画像処理装置 2 は、第 1 の実施形態の画像処理装置 1 と同様に、同じ頂点画素に属する周辺画素に頂点ラベルと同じ領域ラベルを付与した領域ラベルデータを生成する領域分割処理を、複数の演算リソースで並列に行う。

[0195] 次に、画像処理装置 2 に備えた頂点座標分配信号生成部 14b について説明する。ここでは、頂点座標分配信号生成部 14b に備えた領域面積推定部 141b について説明する。図 20 は、本発明の第 2 の実施形態の画像処理装置 2 に備えた領域面積推定部 141b において行う領域面積の推定処理の概念を説明する図である。図 20 でも、図 6 に示した第 1 の実施形態の画像処理装置 1 に備えた領域面積推定部 141 における領域面積の推定処理の概念と同様に、輝度画像に含まれるそれぞれの頂点画素の位置を黒塗りの丸で示し、仮に画像処理装置 2 に備えた領域ラベル生成部 16 のそれぞれが領域分割処理を行ったときの最終的な領域面積の境界を点線で模式的に示している。

[0196] 領域面積推定部 141b による領域面積の推定処理では、頂点画素を中心とした予め定めた単位面積内に存在する頂点ラベルが付与された他の頂点画素の数、すなわち、単位面積内に存在する頂点画素の密度(頂点密度)によって、この頂点画素に属する領域面積を簡易的に推定する。

[0197] 図 20 には、予め定めた単位面積の領域(以下、「閾値領域」という)を、一点鎖線で示している。図 20 に示した閾値領域からもわかるように、領域面積推定部 141b において予め定められる単位面積は、第 1 の実施形態

の頂点座標分配信号生成部 1 4 に備えた領域面積推定部 1 4 1 のように、距離の閾値によって設定される領域ではないため、矩形の領域である。

[0198] なお、図 2 0 においても、第 1 の実施形態と同様に、頂点画素 t 3 を中心とした閾値領域 a 3 内に他の 3 つの頂点画素（頂点画素 t 1、頂点画素 t 2、および頂点画素 t 4）が存在し、頂点画素 t 5 を中心とした閾値領域 a 4 内に他の頂点画素が存在していない場合を示している。これも、第 1 の実施形態と同様に、閾値領域 a 3 の頂点密度は、閾値領域 a 4 の頂点密度よりも 4 倍高いことを示している。このときの領域面積推定部 1 4 1 b における領域面積の推定の考え方は、第 1 の実施形態の画像処理装置 1 に備えた領域面積推定部 1 4 1 における領域面積の推定の考え方と同様である。従って、領域面積推定部 1 4 1 b における領域面積の推定の考え方に関する詳細な説明は省略する。

[0199] 図 2 1 は、本発明の第 2 の実施形態の画像処理装置 2 に備えた領域面積推定部 1 4 1 b における処理手順を示したフローチャートである。領域面積推定部 1 4 1 b における領域面積の推定処理では、領域面積推定部 1 4 1 b が、勾配データ記憶部 1 2 に記憶された勾配データを画素ごとにラスタ順に読み出し、読み出した勾配データに付与された頂点ラベルを確認することによって頂点画素の検出を行う。そして、領域面積推定部 1 4 1 b は、検出した頂点画素を注目頂点画素として、矩形の閾値領域内に他の頂点画素が存在するか否かの判定を行う。

[0200] なお、領域面積推定部 1 4 1 b における領域面積の推定処理の方法は、矩形の閾値領域内に存在する勾配データの数、すなわち、輝度画像の画素数が、全ての頂点画素の数よりも少ない場合、第 1 の実施形態の画像処理装置 1 に備えた領域面積推定部 1 4 1 において 2 つの頂点画素間の距離に基づいて他の頂点画素が閾値領域内に存在するか否かの判定を行って領域面積の推定処理を行う方法よりも、演算負荷が少なく済む方法である。

[0201] より具体的には、勾配データに含まれる全ての頂点画素の数を「n」とし、矩形の閾値領域内に存在する勾配データの数を「m」とした場合、領域面

積推定部 141b における領域面積の推定処理の演算量は、 $n \times m$ である。

一方、第 1 の実施形態の画像処理装置 1 に備えた領域面積推定部 141 における領域面積の推定処理の演算量は、 n^2 である。従って、勾配データに含まれる全ての頂点画素の数 n が、矩形の閾値領域内に存在する勾配データの数 m よりも多い場合には、領域面積推定部 141b による領域面積の推定処理の演算量の方が、第 1 の実施形態の画像処理装置 1 に備えた領域面積推定部 141 による領域面積の推定処理の演算量よりも少なくなる。

[0202] 以下の説明においては、勾配データ記憶部 12 に記憶された勾配データ内に、頂点ラベルが付与された頂点画素の数が「3」であるものとし、1 つ目の頂点画素を中心とした閾値領域内に、2 つ目の頂点画素が存在するものとして、図 21 に示した領域面積推定部 141b の処理手順を説明する。そして、それぞれの頂点画素の一例として、図 20 に示した頂点画素 t_3 を 1 つ目の頂点画素とし、頂点画素 t_4 を 2 つ目の頂点画素とし、頂点画素 t_5 を 3 つ目の頂点画素とした場合における一例を説明する。そして、頂点画素 t_3 に対応した勾配データに値が「8」である頂点ラベルが付与されており、頂点画素 t_4 に対応した勾配データに値が「9」である頂点ラベルが付与されており、頂点画素 t_5 に対応した勾配データに値が「10」である頂点ラベルが付与されているものとして説明する。

[0203] 領域面積推定部 141b は、領域面積の推定処理を開始すると、まず、それぞれの頂点画素に対応した頂点密度の値を「1」に初期化する（ステップ S71）。続いて、領域面積推定部 141b は、ステップ S72 のループにおいて、勾配データ記憶部 12 に記憶された勾配データを、左上に配置された画素からラスタ順に読み出す。

[0204] 続いて、領域面積推定部 141b は、今回読み出した勾配データに、頂点ラベルが付与されているか否かを判定する（ステップ S73）。より具体的には、領域面積推定部 141b は、今回読み出した勾配データに付与されたラベルの値を取得し、取得したラベルの値が、頂点であることを示す値（頂点ラベル）であるか、頂点画素に向かう勾配を示す値（勾配ラベル）である

かを判定する。つまり、領域面積推定部 141b は、読み出した勾配データが、頂点画素の勾配データであるか、周辺画素の勾配データであるかを判定する。

[0205] ステップ S 7 1 において、今回読み出した勾配データに頂点ラベルが付与されていない、つまり、今回読み出した勾配データが周辺画素の勾配データであると判定した場合（ステップ S 7 2 の “N O”）、領域面積推定部 141b は、ステップ S 7 2 に戻って、次の勾配データに対する判定を行う。

[0206] 一方、ステップ S 7 1 において、今回読み出した勾配データに頂点ラベルが付与されている、つまり、今回読み出した勾配データが頂点画素の勾配データであると判定した場合（ステップ S 7 2 の “Y E S”）、領域面積推定部 141b は、今回読み出した勾配データを注目頂点画素とし、この注目頂点画素を中心とした矩形の閾値領域内の勾配データを読み出す（ステップ S 7 4）。また、領域面積推定部 141b は、今回読み出した勾配データの頂点画素の位置を表す座標を頂点座標とする。

[0207] 例えば、領域面積推定部 141b は、1 つ目の頂点画素 t 3 に対応した勾配データに頂点ラベルが付与されていると判定した場合、1 つ目の頂点画素 t 3 を注目頂点画素とし、閾値領域 a 3 内の勾配データを読み出す。また、領域面積推定部 141b は、1 つ目の頂点画素 t 3 の位置を表す座標を、1 つ目の頂点画素 t 3 の頂点座標とする。

[0208] 続いて、領域面積推定部 141b は、読み出した矩形の閾値領域内のそれぞれの勾配データに付与されている頂点ラベルの数を計数（カウント）する（ステップ S 7 5）。より具体的には、領域面積推定部 141b は、読み出したそれぞれの勾配データに付与されたラベルの値を取得し、取得したラベルの値が、頂点ラベルの値であるか、勾配ラベルの値であるかを判定する。そして、領域面積推定部 141b は、頂点ラベルの値であると判定した回数をカウントする。

[0209] 例えば、ステップ S 7 5 の処理では、1 つ目の頂点画素 t 3 を中心とした閾値領域 a 3 内に含まれる、2 つ目の頂点画素 t 4 に対応した勾配データに

付与されたラベルの値（ここでは、「9」）が頂点ラベルの値であると判定し、頂点ラベルの計数値に「1」を加算する。これにより、頂点ラベルの計数値は、「1 + 1」 = 「2」となる。

[0210] 続いて、領域面積推定部 141b は、注目頂点画素に対応した頂点密度 [t] に、カウントした頂点ラベルの数を記憶する（ステップ S76）。ここで、頂点密度 [t] におけるインデックス t は、注目頂点画素とした今回読み出した勾配データを識別するための索引である。このインデックス t には、例えば、注目頂点画素に付与されている頂点ラベルの値を用いる。

[0211] 例えば、1つ目の頂点画素 t3 に付与されている頂点ラベルの値（＝「8」）をインデックス t とし、1つ目の頂点画素 t3 に対応した頂点密度 [8] に頂点ラベルの計数値（＝「2」）を記憶する。これにより、1つ目の頂点画素 t3 を中心とした閾値領域 a3 内に、頂点画素 t3 を含めて、2つの頂点画素が存在することを表す。

[0212] その後、領域面積推定部 141b は、ステップ S72 に戻って、次の勾配データに対する判定を行う。

[0213] このように、領域面積推定部 141b は、ステップ S72 のループで勾配データ記憶部 12 に記憶されたそれぞれの勾配データをラスタ順に順次読み出し、頂点画素の勾配データを検出した場合、この頂点画素の位置を中心とした矩形の閾値領域内に存在する他の頂点画素の数をカウントすることによって、頂点密度を得る。これにより、領域面積推定部 141b は、勾配データ記憶部 12 に記憶された頂点画素の数分の頂点密度を得ることができる。

[0214] 例えば、領域面積推定部 141b は、1つ目の頂点画素 t3 に対応した頂点密度 [8] = 「2」、2つ目の頂点画素 t4 に対応した頂点密度 [9] = 「2」、3つ目の頂点画素 t5 に対応した頂点密度 [10] = 「1」のそれぞれを得ることができる。また、領域面積推定部 141b は、1つ目の頂点画素 t3、2つ目の頂点画素 t4、3つ目の頂点画素 t5 のそれぞれの頂点画素の位置を表す座標を、それぞれの頂点座標とする。

[0215] これにより、領域面積推定部 141b は、第 1 の実施形態の画像処理装置 1 に備えた領域面積推定部 141 と同様に、取得した頂点密度の逆数を、勾配データ記憶部 12 に記憶されたそれぞれの頂点座標に対応する頂点画素に属する領域面積として簡易的に推定することができる。そして、領域面積推定部 141b は、第 1 の実施形態の画像処理装置 1 に備えた領域面積推定部 141 と同様に、推定した領域面積の情報（頂点密度の逆数）を、それぞれの頂点座標に紐付けて、領域面積記憶部 142 に記憶させる。

[0216] 頂点座標分配スケジューリング部 143 は、領域面積記憶部 142 に記憶された領域面積の情報（頂点密度の逆数）が紐付けられた頂点座標を読み出し、領域ラベル生成部 16 のそれぞれが行う演算負荷の総和が概ね均等になるように、読み出した頂点座標に分配信号を付与して頂点座標分配部 15 に出力する。

[0217] このように、第 2 の実施形態の画像処理装置 2 でも、第 1 の実施形態の画像処理装置 1 と同様に、頂点座標分配信号生成部 14b が、それぞれの領域ラベル生成部 16 の演算負荷の総和が概ね均等になるように、演算を行う対象の頂点画素の頂点座標に、領域ラベル生成部 16 の割り当てを表す分配信号を予め付与する。このとき、第 2 の実施形態の画像処理装置 2 では、頂点座標分配信号生成部 14b に備えた領域面積推定部 141b が、領域面積を推定するためにそれぞれの頂点画素に対応する頂点密度を得る際に、勾配データから検出した頂点画素を中心とした矩形の閾値領域内に存在する他の頂点画素の数をカウントする。このため、第 2 の実施形態の画像処理装置 2 では、矩形の閾値領域内に存在する勾配データの数 m が、勾配データに含まれる全ての頂点画素の数 n よりも少ない場合には、第 1 の実施形態の画像処理装置 1 よりも、領域面積の推定に要する演算コストが小さくなり、画像処理装置 2 における領域分割処理の全体の処理時間を短縮することができる。

[0218] なお、第 2 の実施形態の画像処理装置 2 では、領域面積推定部 141b が、頂点密度を得る際に頂点画素の数をカウントする予め定めた単位面積が、頂点画素（注目頂点画素）を中心とした矩形の領域（矩形の閾値領域）であ

る場合につて説明した。しかし、単位面積の形状は、矩形の領域に限定されるものではない。例えば、単位面積の形状は、頂点画素（注目頂点画素）を中心としていれば、円形やひし形など、矩形以外の形状であってもよい。

[0219] （第3の実施形態）

次に、本発明の第3の実施形態の画像処理装置について説明する。第3の実施形態の画像処理装置（以下、「画像処理装置3」という）も、第1の実施形態の画像処理装置1および第2の実施形態の画像処理装置2と同様に、例えば、グレースケール画像などの輝度画像の領域を複数に分割し、複数の演算リソースで並列に領域分割処理の演算を行う画像処理装置である。なお、第3の実施形態の画像処理装置3が行う領域分割処理の概念も、図1に示した第1の実施形態の画像処理装置1における領域分割処理の概念と同様である。従って、第3の実施形態の画像処理装置3が行う領域分割処理の概念に関する詳細な説明は省略する。

[0220] 画像処理装置3の構成は、図2に示した第1の実施形態の画像処理装置1に備えた頂点座標分配信号生成部14、または図19示した第2の実施形態の画像処理装置2に備えた頂点座標分配信号生成部14bの構成が異なるのみである。従って、以下の説明においては、画像処理装置3に備えた頂点座標分配信号生成部14を「頂点座標分配信号生成部14c」とし、その他の構成要素は、第1の実施形態の画像処理装置1の構成要素と同一の符号を用いて、詳細な説明は省略する。

[0221] 頂点座標分配信号生成部14cは、第1の実施形態の画像処理装置1に備えた頂点座標分配信号生成部14と同様に、頂点座標記憶部13に記憶された頂点座標に基づいて、輝度画像において同じ頂点画素に属する周辺画素に領域ラベルを付与する演算を、画像処理装置2に備えたそれぞれの演算リソースに分配する。そして、頂点座標分配信号生成部14cは、第1の実施形態の画像処理装置1に備えた頂点座標分配信号生成部14と同様に、演算リソースに演算を分配した情報を、頂点座標分配部15に出力する。

[0222] 次に、頂点座標分配信号生成部14cの構成について説明する。図22は

、本発明の第3の実施形態の画像処理装置3に備えた頂点座標分配信号生成部14cの構成を示したブロック図である。図22に示した頂点座標分配信号生成部14cは、領域面積推定部141と、頂点座標分配スケジューリング部143cと、を備えている。

[0223] 領域面積推定部141は、第1の実施形態の画像処理装置1に備えた頂点座標分配信号生成部14内の領域面積推定部141と同様である。ただし、画像処理装置3に備えた頂点座標分配信号生成部14c内の領域面積推定部141は、簡易的に推定した領域面積の情報（頂点密度の逆数）を、それぞれの頂点座標に紐付けて、頂点座標分配スケジューリング部143cに順次出力する。

[0224] 頂点座標分配スケジューリング部143cは、領域面積推定部141から順次出力された領域面積の情報（頂点密度の逆数）が紐付けられた頂点座標を、領域ラベル生成部16のそれぞれに順次分配する。このとき、頂点座標分配スケジューリング部143cは、演算負荷が最も少ない領域ラベル生成部16に頂点座標を割り当てるように、領域面積推定部141から順次出力された頂点座標に分配信号を付与して頂点座標分配部15に出力する。

[0225] 次に、頂点座標分配スケジューリング部143cの動作について説明する。図23A～図23Dは、本発明の第3の実施形態の画像処理装置3に備えた頂点座標分配スケジューリング部143cによる分配信号の付与処理の概念を説明する図である。なお、図23Aにおいて、横軸は、それぞれの頂点座標が出力される順番を表し、縦軸は、それぞれの頂点座標において推定された領域面積の大きさを表している。また、図23B～図23Dにおいて、横軸は、それぞれの領域ラベル生成部16を表し、縦軸は、それぞれの領域ラベル生成部16に割り当てられた演算負荷を領域面積の大きさを表している。図23には、画像処理装置3に3つの領域ラベル生成部16（領域ラベル生成部16-0～領域ラベル生成部16-2）を備えている場合における頂点座標分配スケジューリング部143cによる分配信号の付与処理の概念の一例を示している。

- [0226] 頂点座標分配スケジューリング部 143c には、図 23A に示したように、領域面積の情報（頂点密度の逆数）が紐付けられた頂点座標が、領域面積推定部 141 から順次（時系列的に）入力される。頂点座標分配スケジューリング部 143c は、入力されたそれぞれの頂点座標を順次、領域ラベル生成部 16 のそれぞれに順次割り当てる。図 23B には、領域面積推定部 141 から入力された 1 つ目～3 つ目までの頂点座標を、領域ラベル生成部 16-0～領域ラベル生成部 16-2 のそれぞれに順次割り当てた状態を示している。より具体的には、1 つ目の頂点座標を領域ラベル生成部 16-0 に、2 つ目の頂点座標を領域ラベル生成部 16-1 に、3 つ目の頂点座標を領域ラベル生成部 16-2 に、それぞれ割り当てた状態を示している。
- [0227] その後、頂点座標分配スケジューリング部 143c は、4 つ目以降の頂点座標を領域ラベル生成部 16-0～領域ラベル生成部 16-2 のいずれかに割り当てる際に、領域面積推定部 141 から順次入力された頂点座標を、そのときに最も演算負荷が少ない領域ラベル生成部 16 に割り当てる。図 23C には、領域面積推定部 141 から入力された 4 つ目の頂点座標を、その前の段階（図 23B 参照）において最も演算負荷が少ない領域ラベル生成部 16-2 に割り当てた状態を示している。
- [0228] このようにして、頂点座標分配スケジューリング部 143c は、領域面積推定部 141 から順次入力された頂点座標を順次、最も演算負荷が少ない領域ラベル生成部 16 に割り当てる。これにより、画像処理装置 3 に備えたそれぞれの領域ラベル生成部 16 の演算負荷（領域面積）の総和は、図 23D に示したように、概ね均等になる。
- [0229] ここで、頂点座標分配スケジューリング部 143c における分配信号の付与処理について説明する。図 24 は、本発明の第 3 の実施形態の画像処理装置 3 に備えた頂点座標分配スケジューリング部 143c における処理手順を示したフローチャートである。なお、以下の説明においては、画像処理装置 3 に、領域ラベル生成部 16-0～領域ラベル生成部 16-2 の 3 個の領域ラベル生成部 16 を備えているものとして、図 23 を参照して説明する。

- [0230] 頂点座標分配スケジューリング部 143c は、領域面積の情報（頂点密度の逆数）が紐付けられた 1 つ目の頂点座標を受け取る（ステップ S81）。頂点座標分配スケジューリング部 143c は、頂点座標が割り当てられていない領域ラベル生成部 16 があるか否かを判定する（ステップ S82）。
- [0231] なお、画像処理装置 3 では、画像処理装置 3 に備えた領域ラベル生成部 16 のそれぞれに対応して、領域ラベル生成部 16 に割り当てられた演算負荷、すなわち、領域面積の総和を記憶する記憶領域である累積領域面積バッファが設けられている。そして、ステップ S82 の判定では、それぞれの領域ラベル生成部 16 に対応する累積領域面積バッファに記憶された領域面積の総和に基づいて判定する。
- [0232] より具体的には、頂点座標分配スケジューリング部 143c は、いずれかの領域ラベル生成部 16 に対応する累積領域面積バッファに記憶された領域面積の総和が「0」である場合に、頂点座標が割り当てられていない領域ラベル生成部 16 があると判定する。また、頂点座標分配スケジューリング部 143c は、いずれの領域ラベル生成部 16 に対応する累積領域面積バッファに記憶された領域面積の総和も「0」でない場合に、頂点座標が割り当てられていない領域ラベル生成部 16 がないと判定する。
- [0233] ステップ S82 において、頂点座標が割り当てられていない領域ラベル生成部 16 があると判定した場合（ステップ S81 の“YES”）、頂点座標分配スケジューリング部 143c は、頂点座標が割り当てられていない領域ラベル生成部 16 に対応する累積領域面積バッファに、受け取った頂点座標に対応する頂点画素に属する領域面積の大きさの値、つまり、頂点密度の逆数を記憶する（ステップ S83）。図 23B に示した一例では、まず、領域ラベル生成部 16-0 に対応する累積領域面積バッファ [0] に、1 つ目の頂点座標に対応する頂点画素に属する領域面積の大きさの値を記憶する。なお、図 23B～図 23D において縦軸に示した演算負荷の大きさを表す領域面積は、累積領域面積バッファに記憶された領域面積の総和を表していることに相当する。

- [0234] 続いて、頂点座標分配スケジューリング部 143c は、頂点座標が割り当てられていない領域ラベル生成部 16 を表す分配信号（ここでは、「0」の分配信号）を受け取った頂点座標に付与し、分配信号を付与した頂点座標を、頂点座標分配部 15 に出力する（ステップ S84）。
- [0235] その後、頂点座標分配スケジューリング部 143c は、ステップ S81 に戻って、ステップ S81～ステップ S84 の処理を繰り返す。これにより、図 23B に示したように、画像処理装置 3 に備えた領域ラベル生成部 16-0～領域ラベル生成部 16-2 のそれぞれに、1 つ目～3 つ目までの頂点座標が順次割り当てられる。このとき、例えば、領域ラベル生成部 16-1 に対応する累積領域面積バッファ [1] には、2 つ目の頂点座標に対応する頂点画素に属する領域面積の大きさの値が記憶される。また、例えば、領域ラベル生成部 16-2 に対応する累積領域面積バッファ [2] には、3 つ目の頂点座標に対応する頂点画素に属する領域面積の大きさの値が記憶される。
- [0236] 一方、ステップ S81 において、領域面積の情報（頂点密度の逆数）が紐付けられた次の頂点座標を受け取り、ステップ S82 において、頂点座標が割り当てられていない領域ラベル生成部 16 がないと判定した場合（ステップ S81 の“NO”）、頂点座標分配スケジューリング部 143c は、ステップ S85 のループで表された分配信号の付与処理を行う。
- [0237] ステップ S85 のループの処理では、画像処理装置 3 に備えた領域ラベル生成部 16 のそれぞれに対応する累積領域面積バッファを確認し、領域面積の総和が最も少ない、つまり、演算負荷が最も少ない領域ラベル生成部 16 を検出する。そして、頂点座標分配スケジューリング部 143c は、領域面積の総和が最も少ない領域ラベル生成部 16 に対応する累積領域面積バッファに、受け取った頂点座標に対応する頂点画素に属する領域面積の大きさの値を加算して記憶する（ステップ S86）。ここでは、例えば、領域面積の情報（頂点密度の逆数）が紐付けられた 4 つ目の頂点座標を受け取ってステップ S85 のループの処理を行うことにより、図 23C に示したように、領域ラベル生成部 16-2 に対応する累積領域面積バッファ [2] に、4 つ目

の頂点座標に対応する頂点画素に属する領域面積の大きさの値を加算して記憶する。

[0238] 続いて、頂点座標分配スケジューリング部 143c は、領域面積の総和が最も少ない領域ラベル生成部 16 を表す分配信号（ここでは、「2」の分配信号）を受け取った頂点座標に付与し、分配信号を付与した頂点座標を、頂点座標分配部 15 に出力する（ステップ S 87）。

[0239] 続いて頂点座標分配スケジューリング部 143c は、領域面積推定部 141 から、領域面積の情報（頂点密度の逆数）が紐付けられた全ての頂点座標を受け取ったか否かを判定する（ステップ S 88）。

[0240] ステップ S 88 において、領域面積推定部 141 から全ての頂点座標を受け取っていないと判定した場合（ステップ S 88 の“NO”）、頂点座標分配スケジューリング部 143c は、ステップ S 89 において、領域面積の情報（頂点密度の逆数）が紐付けられた次の頂点座標を受け取り、ステップ S 85 のループの処理を繰り返す。

[0241] ここでは、頂点座標分配スケジューリング部 143c が、ステップ S 89 において、例えば、領域面積の情報（頂点密度の逆数）が紐付けられた 5 つ目の頂点座標を受け取ったことによるステップ S 85 のループの処理と、領域面積の情報（頂点密度の逆数）が紐付けられた 6 つ目の頂点座標を受け取ったことによるステップ S 85 のループの処理とを行った場合を考える。この場合、5 つ目の頂点座標に対するステップ S 85 のループの処理では、頂点座標分配スケジューリング部 143c は、ステップ S 86 において、図 23D に示したように、領域ラベル生成部 16-1 に対応する累積領域面積バッファ [1] に、5 つ目の頂点座標に対応する頂点画素に属する領域面積の大きさの値を加算して記憶する。そして、頂点座標分配スケジューリング部 143c は、ステップ S 87 において、受け取った 5 つ目の頂点座標に、領域ラベル生成部 16-1 を表す分配信号を付与し、分配信号を付与した 5 つ目の頂点座標を、頂点座標分配部 15 に出力する。また、6 つ目の頂点座標に対するステップ S 85 のループの処理では、頂点座標分配スケジューリン

グ部 143c は、ステップ S86 において、図 23D に示したように、領域ラベル生成部 16-0 に対応する累積領域面積バッファ [0] に、6 つ目の頂点座標に対応する頂点画素に属する領域面積の大きさの値を加算して記憶する。そして、頂点座標分配スケジューリング部 143c は、ステップ S87 において、受け取った 6 つ目の頂点座標に、領域ラベル生成部 16-0 を表す分配信号を付与し、分配信号を付与した 6 つ目の頂点座標を、頂点座標分配部 15 に出力する。

[0242] 一方、ステップ S88 において、領域面積推定部 141 から全ての頂点座標を受け取ったと判定した場合（ステップ S88 の“YES”）、頂点座標分配スケジューリング部 143c は、ステップ S85 のループの処理を終了し、分配信号の付与処理を終了する。

[0243] このような構成および動作によって、頂点座標分配スケジューリング部 143c は、画像処理装置 3 に備えた領域ラベル生成部 16 の数よりも多くの頂点座標が領域面積推定部 141 から入力された場合に、入力されたそれぞれの頂点座標を、そのときに最も演算負荷が少ない領域ラベル生成部 16 に割り当てる。これにより、頂点座標分配スケジューリング部 143c は、領域面積推定部 141 から入力された領域面積の情報（頂点密度の逆数）が紐付けられた頂点座標をそれぞれの領域ラベル生成部 16 に割り当てる際に、領域ラベル生成部 16 のそれぞれが行う演算負荷の総和が概ね均等になるように分配し、分配信号を付与したそれぞれの頂点座標を頂点座標分配部 15 に出力することができる。

[0244] 第 3 の実施形態によれば、頂点座標分配スケジューリング部（頂点座標分配スケジューリング部 143c）は、頂点画素が割り当てられていない領域ラベル生成部（領域ラベル生成部 16）に頂点画素を順次割り当て、頂点画素が割り当てられていない領域ラベル生成部 16 がない場合には、割り当てられた領域面積の総和が最も小さい領域ラベル生成部 16 に、頂点画素を順次割り当てる画像処理装置（画像処理装置 3）が構成される。

[0245] このように、第 3 の実施形態の画像処理装置 3 でも、第 1 の実施形態の画

像処理装置 1 と同様に、頂点座標分配信号生成部 1 4 c が、それぞれの領域ラベル生成部 1 6 の演算負荷の総和が概ね均等になるように、演算を行う対象の頂点画素の頂点座標に、領域ラベル生成部 1 6 の割り当てを表す分配信号を予め付与する。このとき、第 3 の実施形態の画像処理装置 3 では、頂点座標分配信号生成部 1 4 c に備えた頂点座標分配スケジューリング部 1 4 3 c が、領域面積推定部 1 4 1 から順次入力された頂点座標を、そのときに最も演算負荷が少ない領域ラベル生成部 1 6 に逐次割り当てる。つまり、第 3 の実施形態の画像処理装置 3 では、第 1 の実施形態の画像処理装置 1 に備えた頂点座標分配信号生成部 1 4 内の頂点座標分配スケジューリング部 1 4 3 のように頂点座標を予め定めた順番に並べ替える（ソートする）処理を行わない。これにより、第 3 の実施形態の画像処理装置 3 では、それぞれの頂点座標を領域ラベル生成部 1 6 に分配するまでの処理を、輝度画像のフレームよりも小さな単位でパイプライン処理することができる。このことにより、第 3 の実施形態の画像処理装置 3 では、勾配データ生成部 1 1 が勾配データを生成したときから、それぞれの頂点座標を領域ラベル生成部 1 6 に分配するまでの処理の遅延量を削減する、つまり、スループットを短くすることができ、画像処理装置 3 における領域分割処理の全体の処理時間を短縮することができる。

[0246] なお、第 3 の実施形態の画像処理装置 3 では、図 2 に示した第 1 の実施形態の画像処理装置 1 に備えた頂点座標分配信号生成部 1 4 に代わって、頂点座標分配信号生成部 1 4 c を備えた構成および動作について説明した。しかし、上述したように、頂点座標分配信号生成部 1 4 c は、図 1 9 示した第 2 の実施形態の画像処理装置 2 に備えた頂点座標分配信号生成部 1 4 b に代わって備える構成であってもよい。しかし、頂点座標分配信号生成部 1 4 c を図 1 9 示した第 2 の実施形態の画像処理装置 2 に備える構成の画像処理装置 3 においても、その構成および動作は、上述した構成および動作と同様に考えることができるため、詳細な説明は省略する。

[0247] 上記に述べたように、本発明の各実施形態によれば、入力された輝度画像

に基づいて勾配データを生成し、生成した勾配データに含まれる頂点画素の位置を表す頂点座標に基づいて、それぞれの頂点画素に属する周辺画素の領域の面積（領域面積）を簡易的に推定する。そして、本発明の各実施形態では、推定した領域面積に基づいて、領域分割処理を並列に行う複数の演算リソースのそれぞれに、頂点画素に対する演算を分配する。これにより、本発明の各実施形態では、領域分割処理を複数の演算リソースで並列に行う際に、遊休する演算リソースの発生を抑制し、それぞれの演算リソースを効率的に稼働させることができる。このことにより、本発明の各実施形態では、画像処理装置 1 において領域分割処理に要する全体の処理時間の短縮を図ることができる。

[0248] なお、本発明の各実施形態では、それぞれの実施形態毎に異なる構成要素を備えた画像処理装置の構成を示した。しかし、それぞれの実施形態は、排他的な構成ではなく、それぞれの実施形態で示した構成は、各実施形態に示したいずれの構成の画像処理装置に備えてもよい。

[0249] また、本発明の各実施形態では、頂点座標分配スケジューリング部 143 および頂点座標分配スケジューリング部 143c が、頂点座標を領域ラベル生成部 16 に割り当てていくつかの方法（分配信号の付与処理）を説明したが、頂点座標を領域ラベル生成部 16 に割り当てて方法は、各実施形態で示した方法に限定されるものではない。

[0250] また、本発明の各実施形態では、例えば、頂点座標のように、画素の位置を座標で表す場合について説明したが、画素の位置を表す情報は、各実施形態で示したような座標に限定されるものではない。

[0251] 以上、本発明の実施形態について、図面を参照して説明してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲においての種々の変更も含まれる。

産業上の利用可能性

[0252] 上記各実施形態によれば、画像処理装置において、領域分割処理にける処理時間の短縮を目的として複数の演算リソースで並列に演算を行う場合に、

それぞれの演算リソースを遊休させることなく稼働させ、全体の処理時間を短縮することができる。

符号の説明

- [0253] 1, 2, 3 画像処理装置
- 11, 11b 勾配データ生成部
- 12 勾配データ記憶部（頂点画素分配部）
- 13 頂点座標記憶部（頂点画素分配部）
- 14, 14a, 14b, 14c 頂点座標分配信号生成部（頂点画素分配部）
- 141, 141a, 141b 領域面積推定部（頂点画素分配部, 領域面積推定部）
- 142, 142a 領域面積記憶部（頂点画素分配部, 領域面積推定部）
- 143, 143a, 143c 頂点座標分配スケジューリング部（頂点画素分配部, 頂点座標分配スケジューリング部）
- 1431 ソート部（頂点画素分配部, 頂点座標分配スケジューリング部, ソート部）
- 1432 ソート済み頂点座標記憶部（頂点画素分配部, 頂点座標分配スケジューリング部）
- 1433 分配信号付与部（頂点画素分配部, 頂点座標分配スケジューリング部）
- 15 頂点座標分配部（頂点画素分配部, 頂点座標分配部）
- 16-1, 16-2, 16-n 領域ラベル生成部
- 161 勾配データ読み込み元アドレス生成部（領域ラベル生成部, 勾配データ取得部）
- 162 最外周データ勾配判定部（領域ラベル生成部, 勾配判定部）
- 17 領域ラベル記憶部（領域ラベル生成部）
- a1, a2, a3, a4 閾値領域
- t1, t2, t3, t4, t5 頂点画素

請求の範囲

[請求項1]

入力された画像に含まれるそれぞれの画素に順次注目し、注目した前記画素の輝度値と、注目した前記画素の周囲に位置する他の前記画素の輝度値とに基づいて、輝度値が高い前記画素に向かう方向を示す値の第1のラベル、または周囲に位置する全ての前記画素よりも輝度値が高いことを示す値の第2のラベルで、前記画像に含まれるそれぞれの前記画素を表した勾配データを生成する勾配データ生成部と、

前記第2のラベルで表された前記画素のそれぞれを頂点画素とし、前記頂点画素の位置を表す頂点座標に基づいて、前記画像内の領域を、同じ前記頂点画素に属する前記画素が含まれる領域に分割し、分割した前記領域に含まれるそれぞれの前記画素を、同じ前記頂点画素に属する前記画素であることを示す値の第3のラベルで表した領域ラベルデータを生成する複数の領域ラベル生成部と、

それぞれの前記領域ラベル生成部が、前記画像内の領域を同じ前記頂点画素に属する前記画素が含まれる領域に分割する演算の負荷が均等になるように、演算を行う対象の前記頂点画素のそれぞれを、前記領域ラベル生成部のそれぞれに分配する頂点画素分配部と、

を備える、

画像処理装置。

[請求項2]

前記頂点画素分配部は、

前記頂点画素を中心としたときに、中心とした前記頂点画素から予め定めた範囲内の領域に位置する他の前記頂点画素の数に基づいて、中心とした前記頂点画素に属する前記画素の領域の大きさを表す領域面積を、それぞれの前記頂点画素ごとに推定する領域面積推定部と、

それぞれの前記領域面積に基づいて、演算を行う対象の前記頂点画素に対応する前記領域面積の差が最小になるように、それぞれの前記頂点画素を前記領域ラベル生成部のそれぞれに割り当て、割り当てた前記領域ラベル生成部を表す分配信号を、それぞれの前記頂点画素に

対応する前記頂点座標に付与する頂点座標分配スケジューリング部と、

それぞれの前記頂点座標に付与された前記分配信号に基づいて、前記分配信号が表す前記領域ラベル生成部に前記頂点座標を出力する頂点座標分配部と、

を備える、

請求項 1 に記載の画像処理装置。

[請求項3] 前記領域面積推定部は、

中心とした前記頂点画素の前記頂点座標と、他の前記頂点画素の前記頂点座標とに基づいて、2つの前記頂点画素の間の距離をそれぞれ算出し、算出した2つの前記頂点画素の間の距離に基づいて、中心とした前記頂点画素の位置から予め定めた距離の範囲内の領域に存在する他の前記頂点画素の数を計数し、計数した他の前記頂点画素の数の逆数を用いて、それぞれの前記頂点画素に対応する前記領域面積を推定する、

請求項 2 に記載の画像処理装置。

[請求項4] 前記領域面積推定部は、

中心とした前記頂点画素から予め定めた範囲内の領域に位置する他の前記頂点画素の数と、予め定めた複数の領域面積の閾値で表される前記頂点画素の数とに基づいて、それぞれの前記頂点画素に対応する前記領域面積を、前記予め定めた複数の前記領域面積の前記閾値のいずれかに推定する、

請求項 2 または請求項 3 に記載の画像処理装置。

[請求項5] 前記頂点座標分配スケジューリング部は、

前記頂点画素を、予め定めた順番で前記領域ラベル生成部のそれぞれに割り当てる、

請求項 2 から請求項 4 のいずれか 1 の項に記載の画像処理装置。

[請求項6] 前記頂点座標分配スケジューリング部は、

対応する前記領域面積に基づいて、それぞれの前記頂点画素を予め
定めた順番に並び替えるソート部、

を備え、

前記ソート部が並び替えた後の前記頂点画素を、前記領域ラベル生
成部のそれぞれに割り当てる、

請求項 5 に記載の画像処理装置。

[請求項7]

前記領域面積推定部は、

それぞれの前記頂点画素に対応する前記領域面積を推定する際に、
推定したそれぞれの前記頂点画素を予め定めた順番に並び替え、

前記頂点座標分配スケジューリング部は、

並び替えた後の前記頂点画素を、予め定めた順番で前記領域ラベル
生成部のそれぞれに割り当てる、

請求項 4 に記載の画像処理装置。

[請求項8]

前記頂点座標分配スケジューリング部は、

複数の前記領域ラベル生成部の順番が昇順と降順とを交互に繰り返
すように、前記頂点画素を、前記領域ラベル生成部のそれぞれに割り
当てる、

請求項 5 から請求項 7 のいずれか 1 の項に記載の画像処理装置。

[請求項9]

前記頂点座標分配スケジューリング部は、

それぞれの前記領域ラベル生成部に割り当てられた前記領域面積の
総和の内、最も大きい前記領域面積の総和と最も小さい前記領域面積
の総和との差を、前記領域ラベル生成部の数で除算し、除算した結果
の領域面積に相当する前記領域面積に対応する前記頂点画素を、前記
領域面積の総和が最も大きい前記領域ラベル生成部以外の前記領域ラ
ベル生成部のそれぞれに割り当て直す、

請求項 5 から請求項 8 のいずれか 1 の項に記載の画像処理装置。

[請求項10]

前記頂点座標分配スケジューリング部は、

前記頂点画素が割り当てられていない前記領域ラベル生成部に前記

頂点画素を順次割り当て、前記頂点画素が割り当てられていない前記領域ラベル生成部がない場合には、割り当てられた前記領域面積の総和が最も小さい前記領域ラベル生成部に、前記頂点画素を順次割り当てる、

請求項 2 から請求項 4 のいずれか 1 の項に記載の画像処理装置。

[請求項11]

前記領域ラベル生成部のそれぞれは、

前記頂点座標に対応する前記頂点画素を中心とし、前記頂点画素の周囲に位置するそれぞれの前記画素を表すそれぞれの前記勾配データを取得する勾配データ取得部と、

取得した前記勾配データに含まれるそれぞれの前記画素を表す前記第 1 のラベルの値が、前記頂点画素に向かう方向を示す値であるか否かを判定し、前記頂点画素に向かう方向を示す値の前記第 1 のラベルで表された前記画素を、前記頂点画素を表す前記第 2 のラベルの値と同じ値の前記第 3 のラベルで表した前記領域ラベルデータを生成する勾配判定部と、

を備える、

請求項 1 から請求項 10 のいずれか 1 の項に記載の画像処理装置。

[請求項12]

前記勾配データ取得部は、

前記勾配判定部によって前記頂点画素に向かう方向を示す値の前記第 1 のラベルであると判定されたそれぞれの前記画素を順次中心とし、中心とした前記画素の周囲に位置するそれぞれの前記画素を表すそれぞれの前記勾配データをさらに取得し、

前記勾配判定部は、

さらに取得した前記勾配データに含まれるそれぞれの前記画素を表す前記第 1 のラベルの値が、中心とした前記画素に向かう方向を示す値であるか否かを順次判定し、中心とした前記画素に向かう方向を示す値の前記第 1 のラベルで表された前記画素を、中心とした前記画素を表す前記第 3 のラベルの値と同じ値の前記第 3 のラベルで表した前

記領域ラベルデータを順次生成する、

請求項 1 1 に記載の画像処理装置。

[請求項13]

前記勾配データ取得部は、

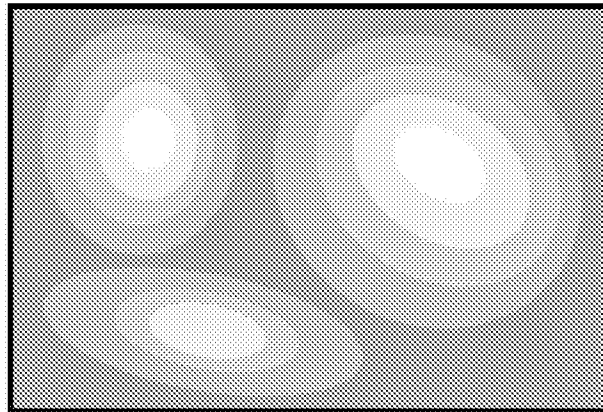
順次中心とするそれぞれの前記画素の領域が、前記頂点画素に対応する前記頂点座標の位置から順次外周の前記画素に広がるように、それぞれの前記画素を表すそれぞれの前記勾配データを取得し、

前記勾配判定部は、

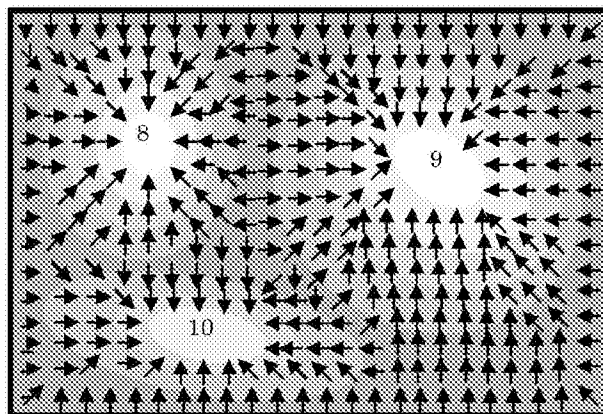
前記頂点画素を表す前記第 2 のラベルの値と同じ値の前記第 3 のラベルで表した領域が、前記頂点画素に対応する前記頂点座標の位置から順次外周の前記画素に広がる前記領域ラベルデータを生成する、

請求項 1 2 に記載の画像処理装置。

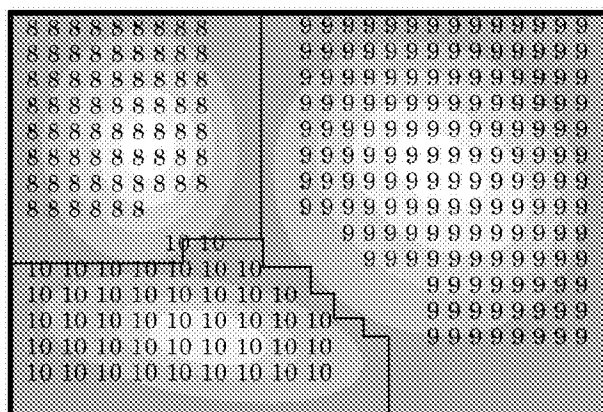
[図1A]



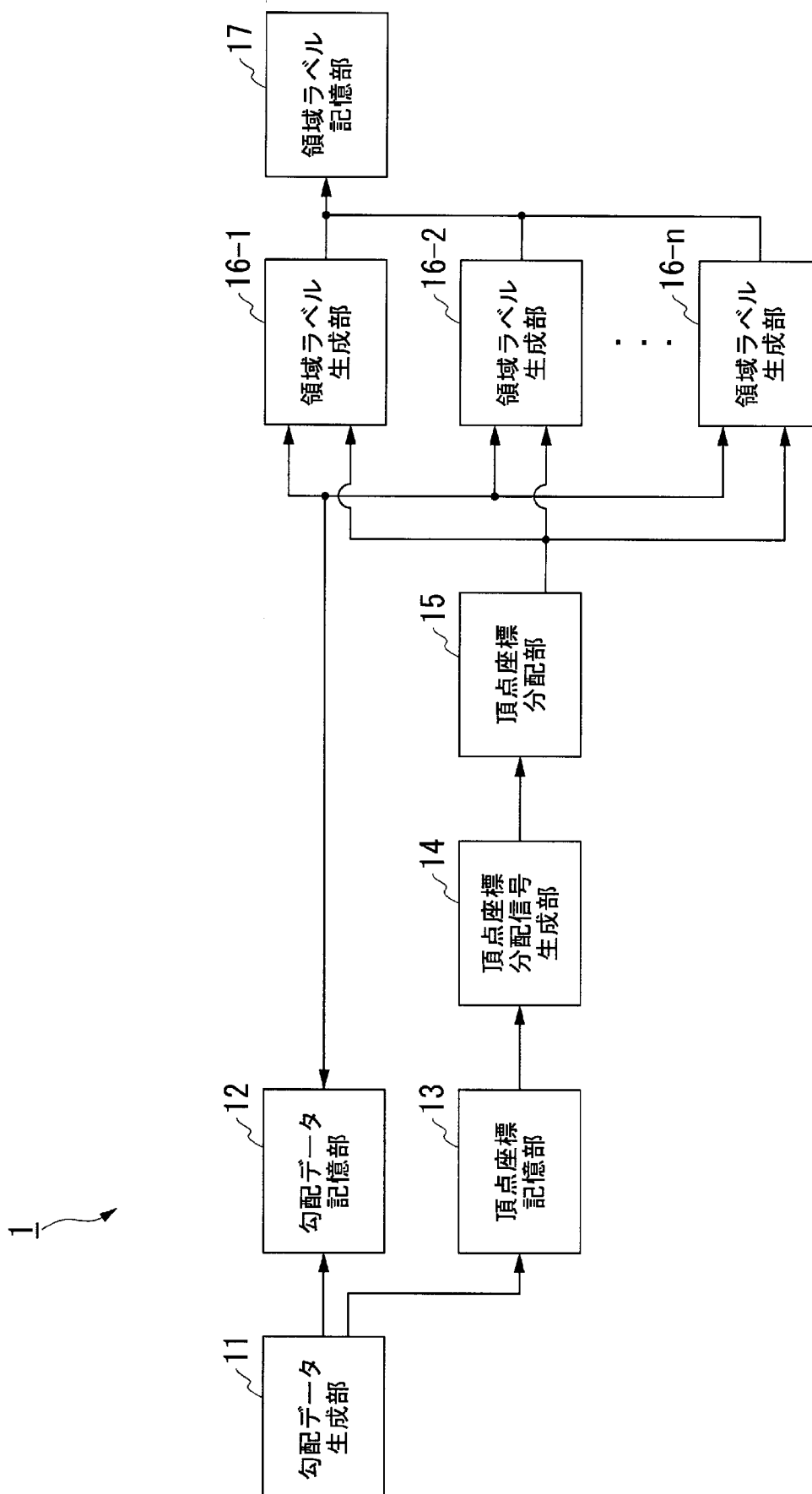
[図1B]



[図1C]



[図2]



[図3A]

99	81	63
72	54	36
44	28	18

勾配方向 : ↘
 勾配ラベル : 0

[図3B]

81	99	63
72	54	36
44	28	18

勾配方向 : ↑
 勾配ラベル : 1

[図3C]

63	81	99
72	54	36
44	28	18

勾配方向 : ↗
 勾配ラベル : 2

[図3D]

72	81	63
99	54	36
44	28	18

勾配方向 : ←
 勾配ラベル : 3

[図3E]

63	81	72
36	54	99
18	28	44

勾配方向 : →
 勾配ラベル : 4

[図3F]

44	28	18
72	54	36
99	81	63

勾配方向 : ↘
 勾配ラベル : 5

[図3G]

44	28	18
72	54	36
81	99	63

勾配方向 : ↓
 勾配ラベル : 6

[図3H]

44	28	18
72	54	36
63	81	99

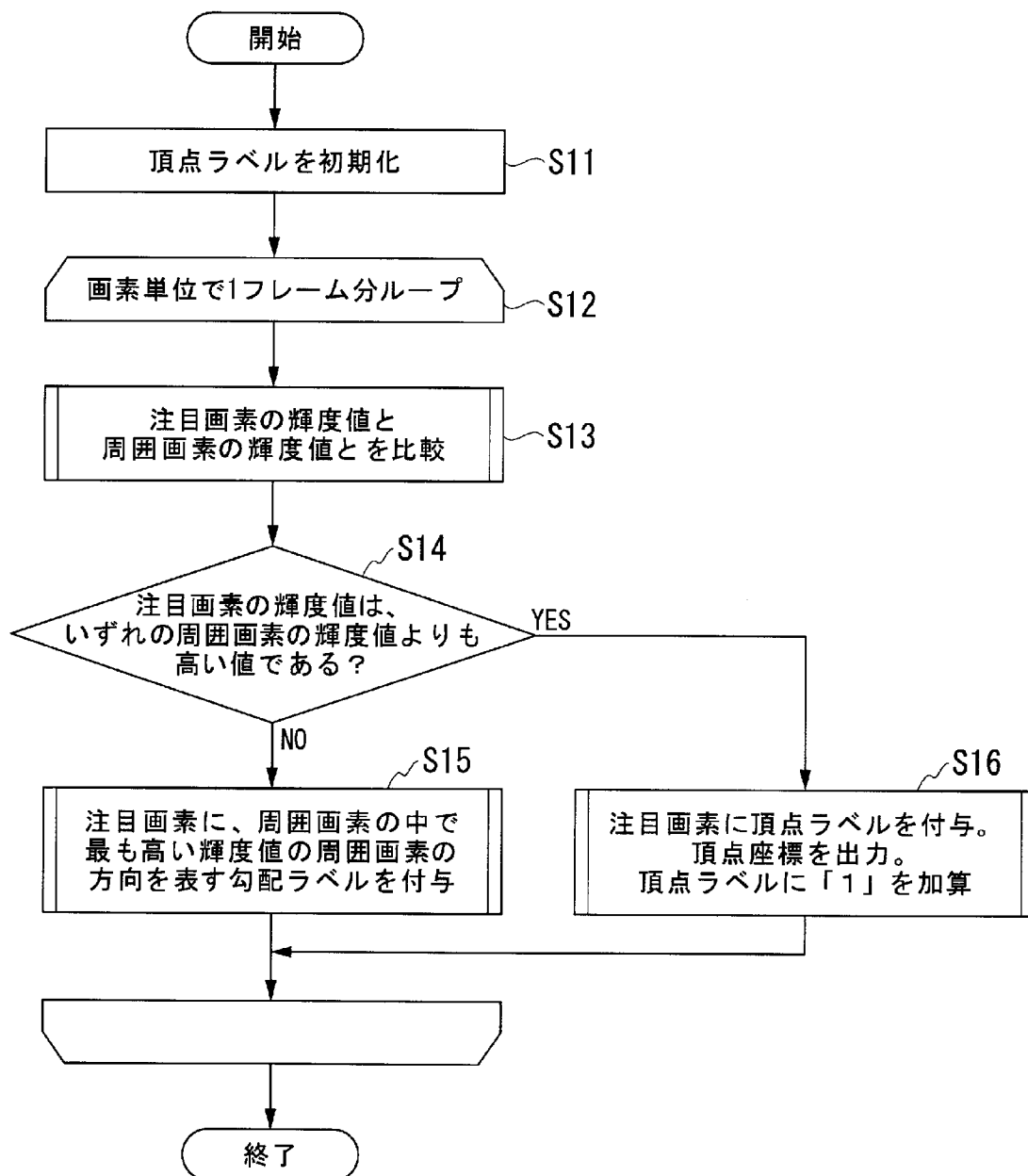
勾配方向 : ↘
 勾配ラベル : 7

[図3I]

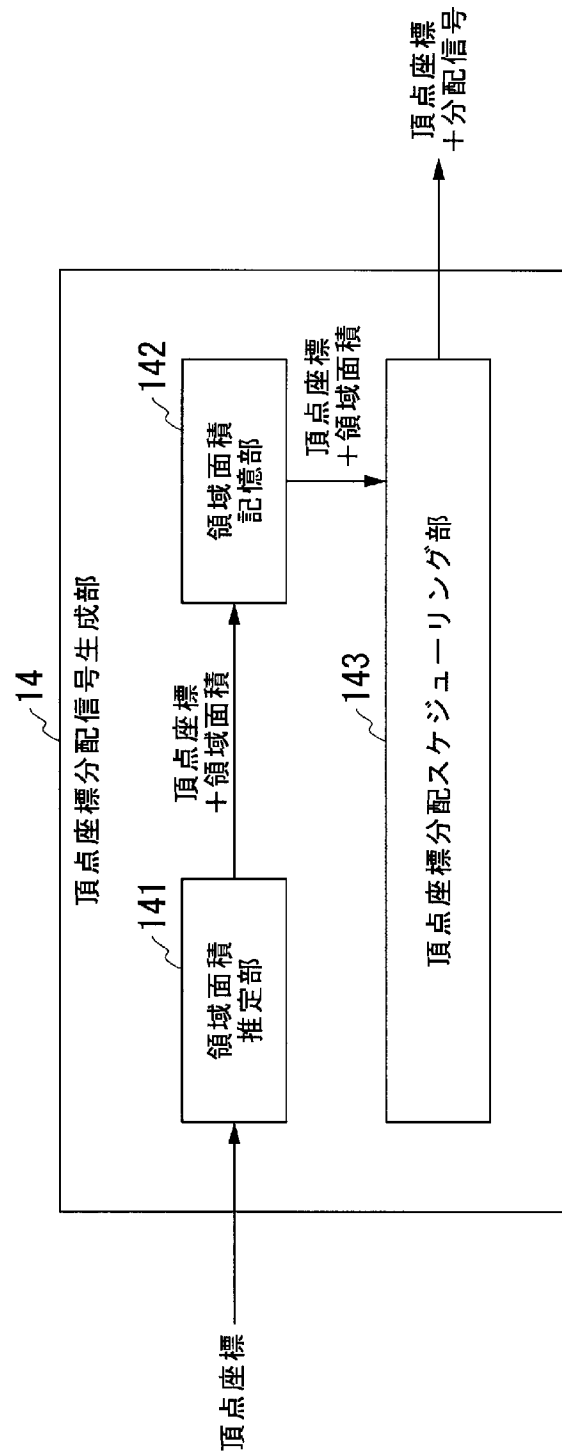
63	81	72
36	99	54
18	28	44

勾配方向 : ・
 頂点ラベル : 8～

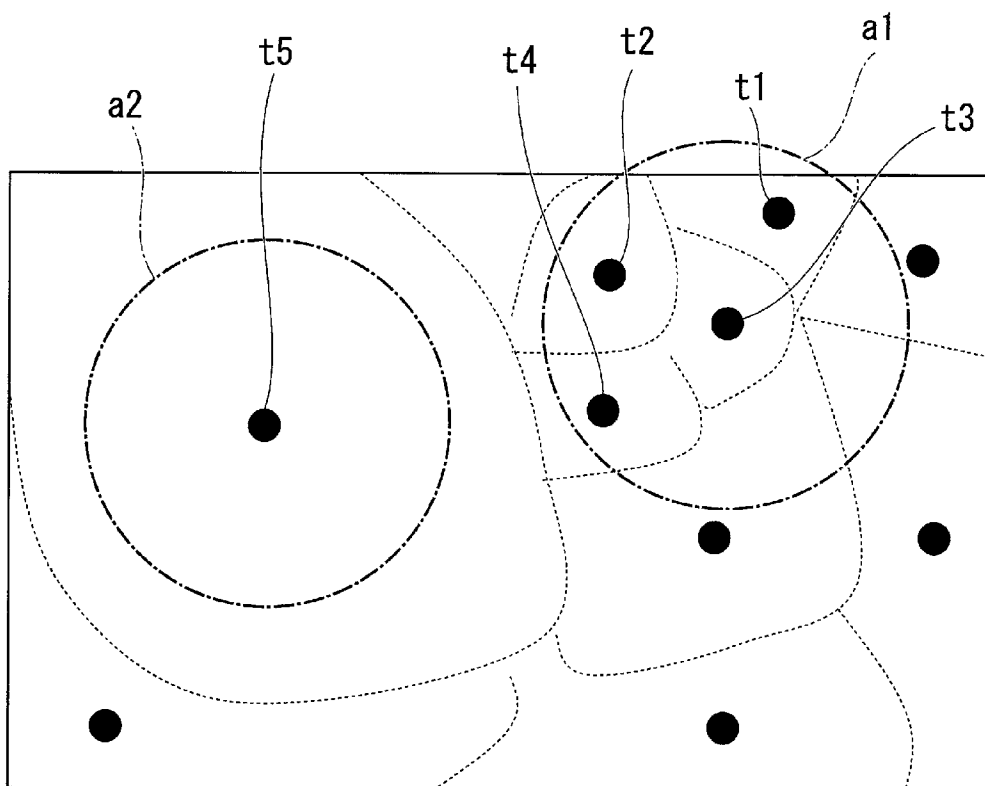
[図4]

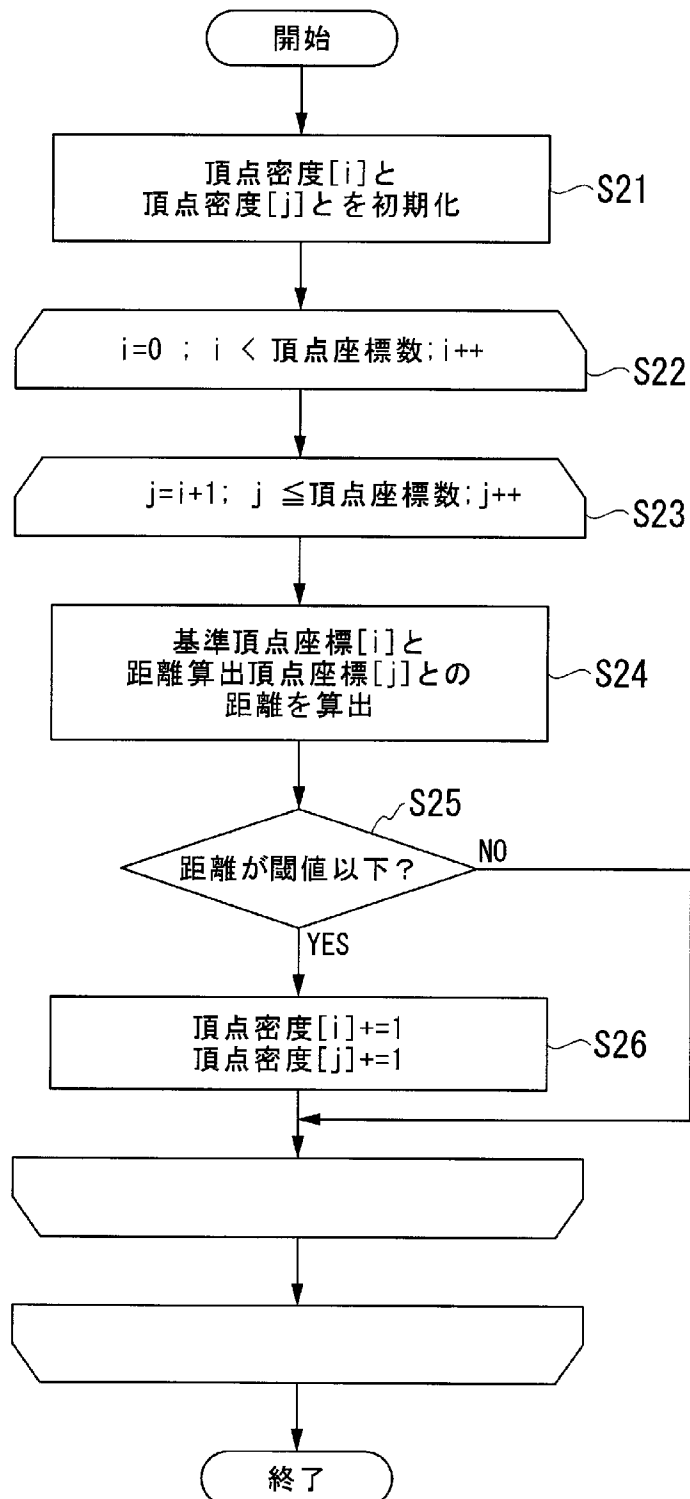


[図5]

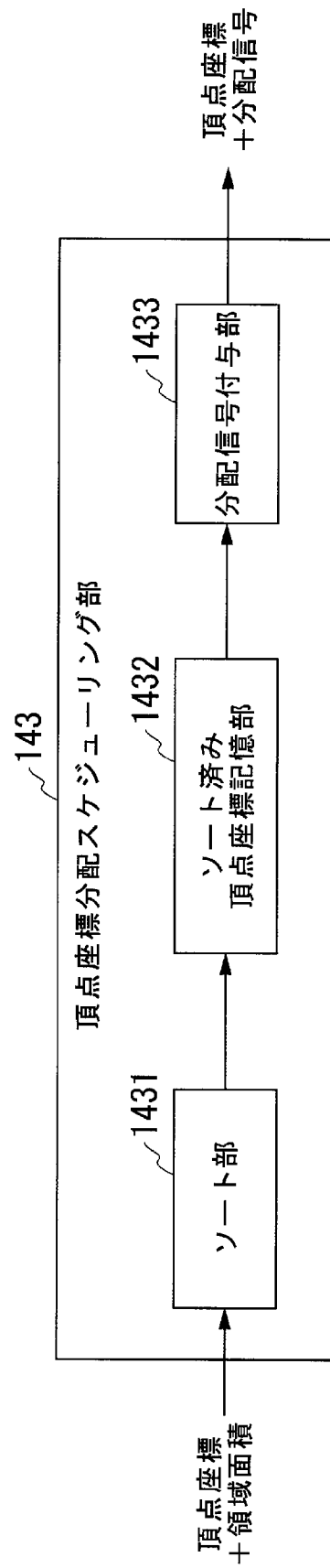


[図6]

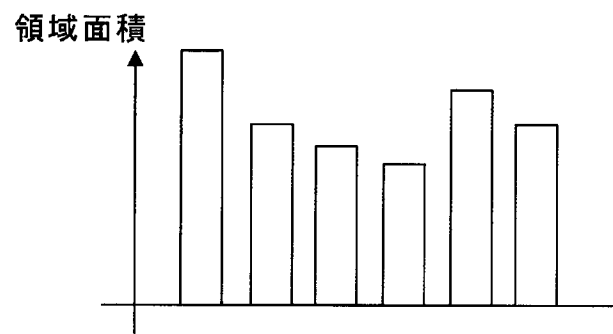




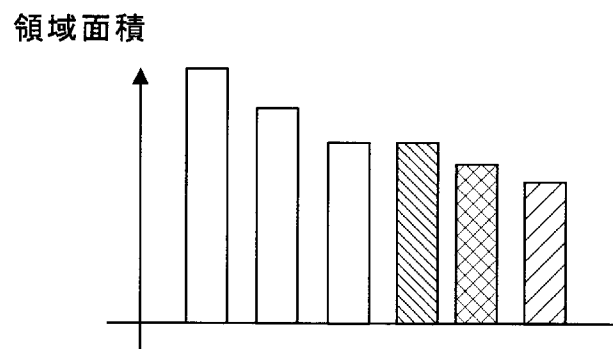
[図8]



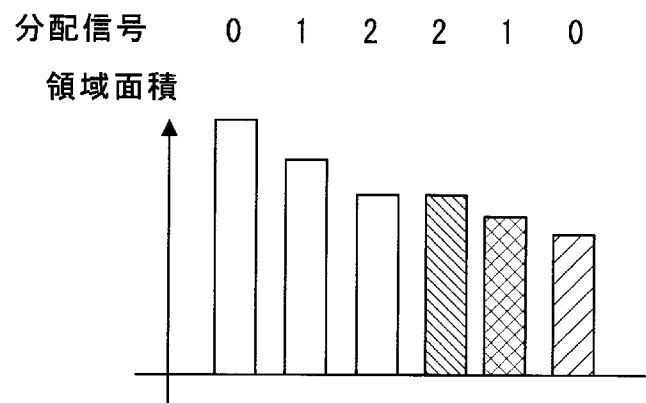
[図9A]



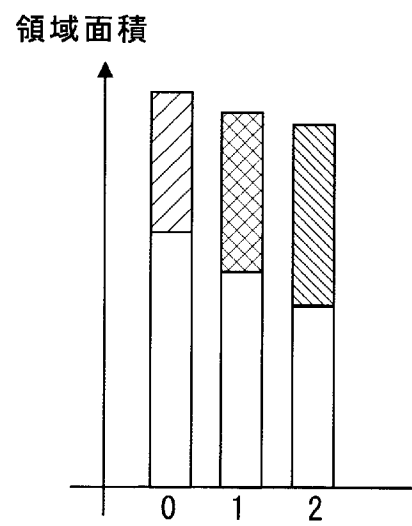
[図9B]



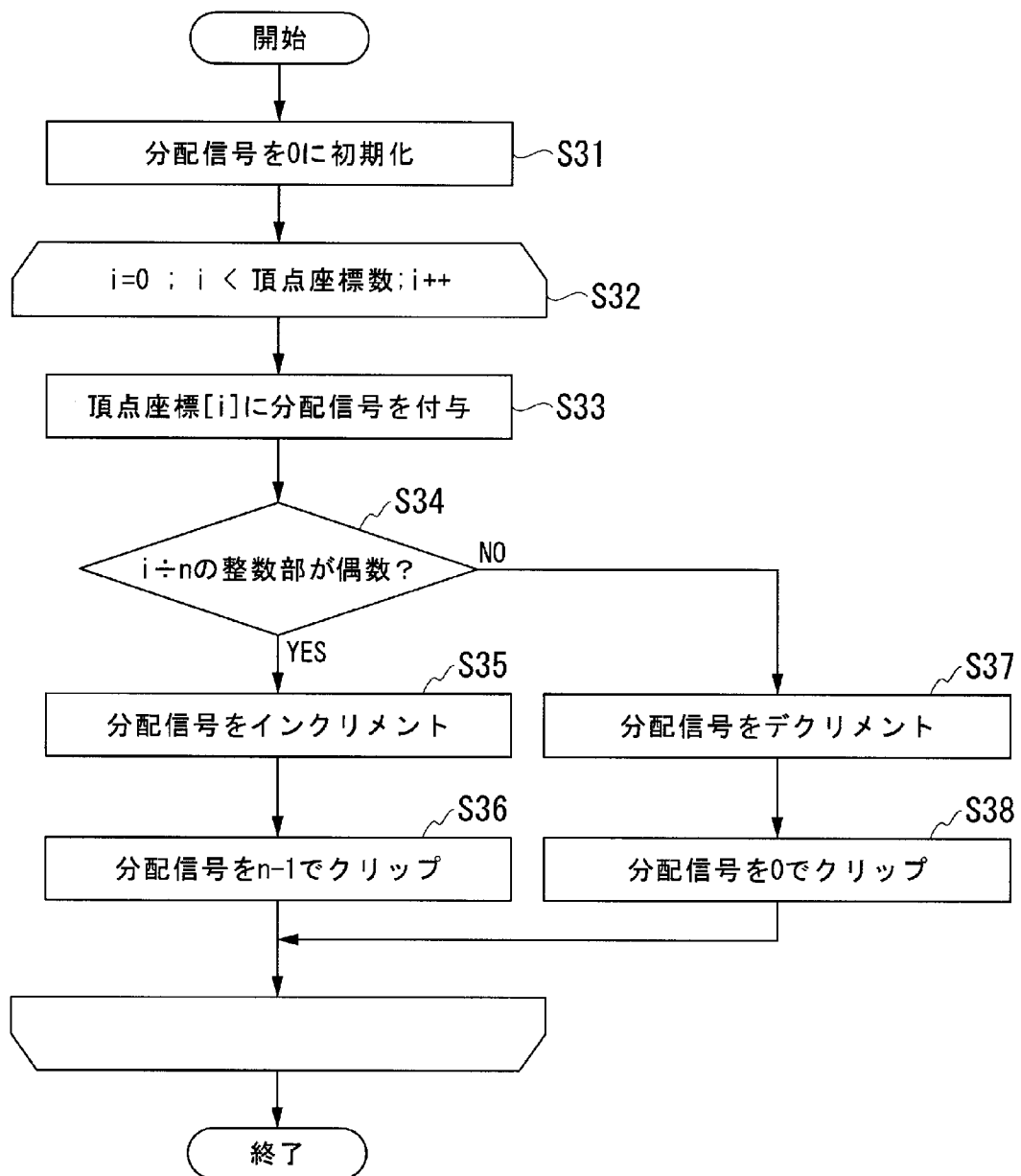
[図9C]



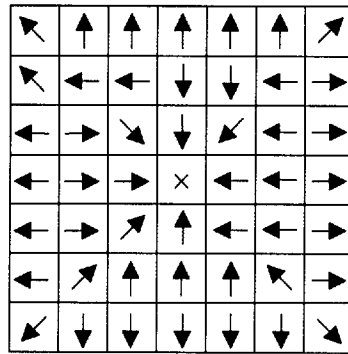
[図9D]



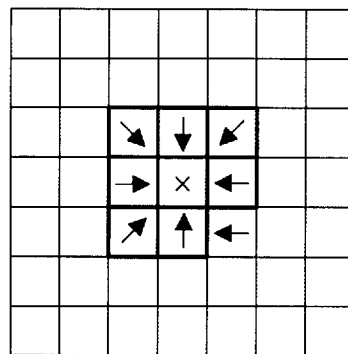
[図10]



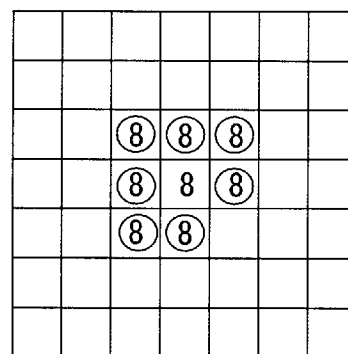
[図11A]



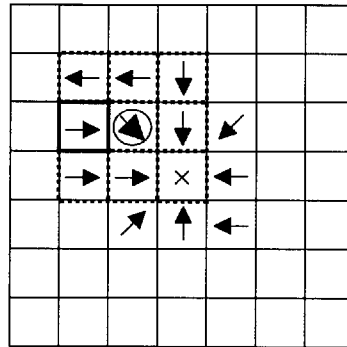
[図11B]



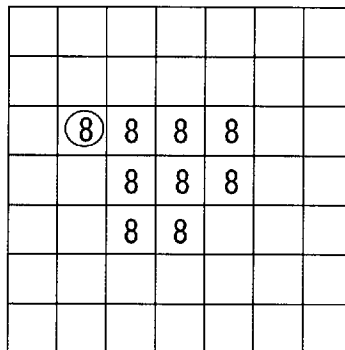
[図11C]



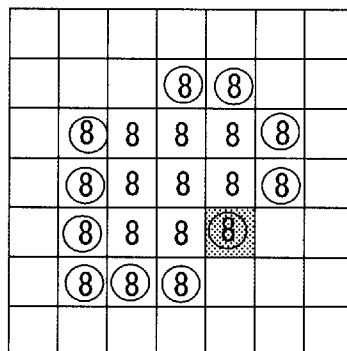
[図11D]



[図11E]



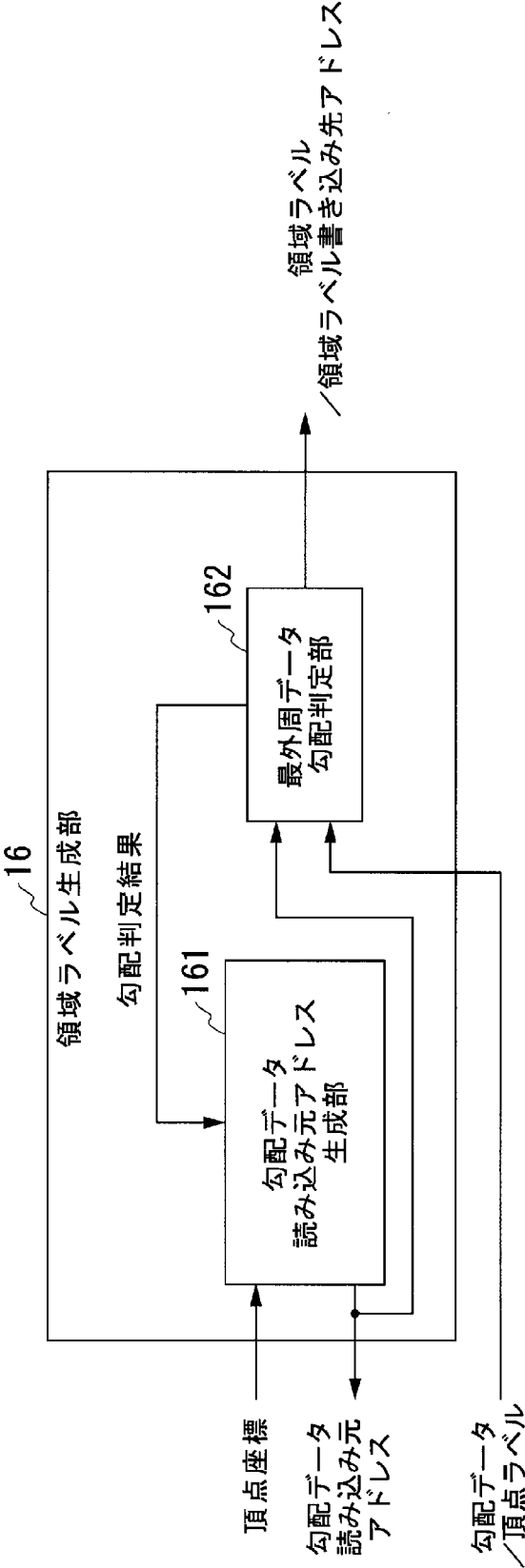
[図11F]



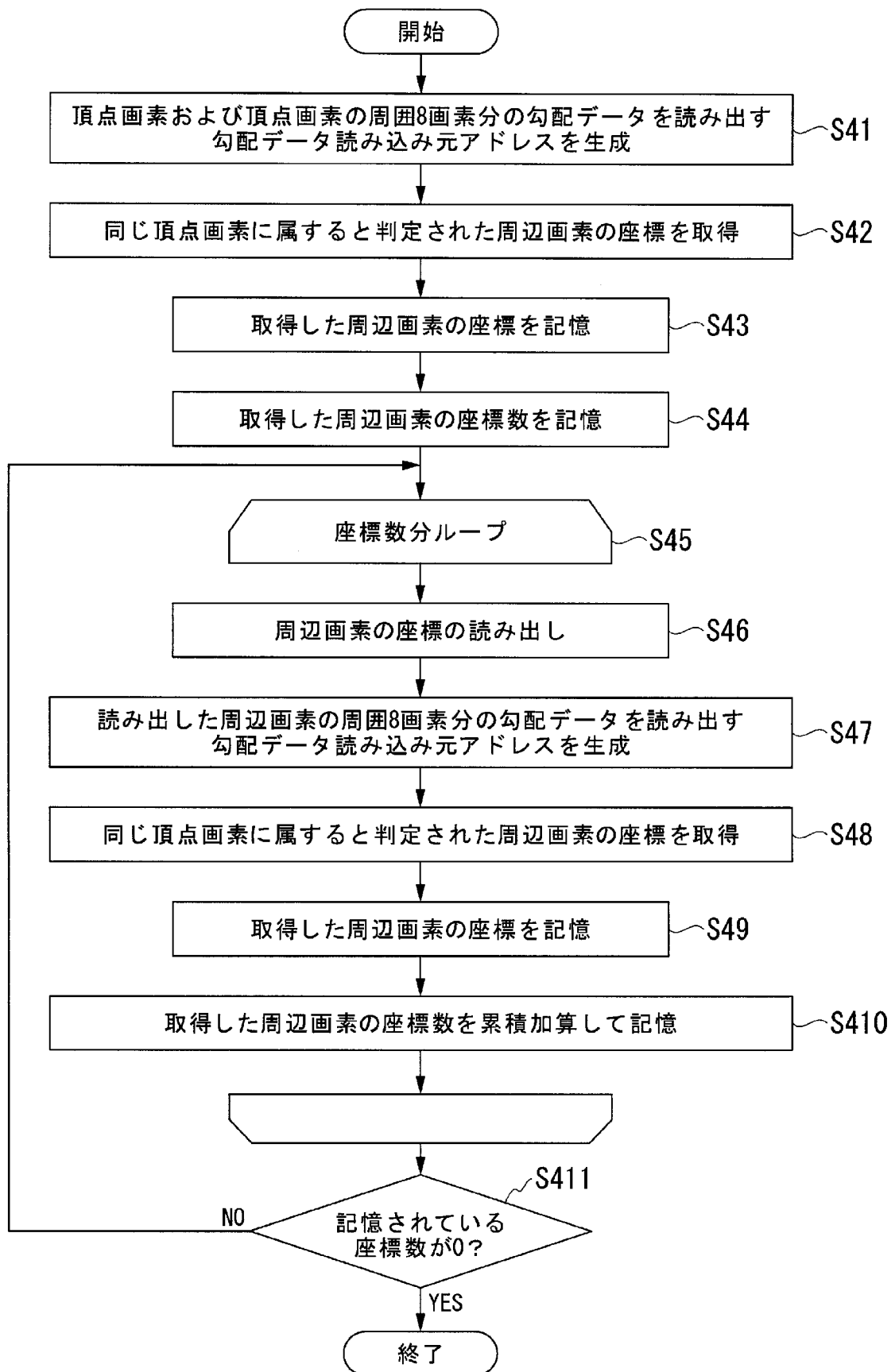
[図11G]

			8	8	8	
	8	8	8	8	8	
	8	8	8	8	8	
	8	8	8	8	8	
	8	8	8	8	8	

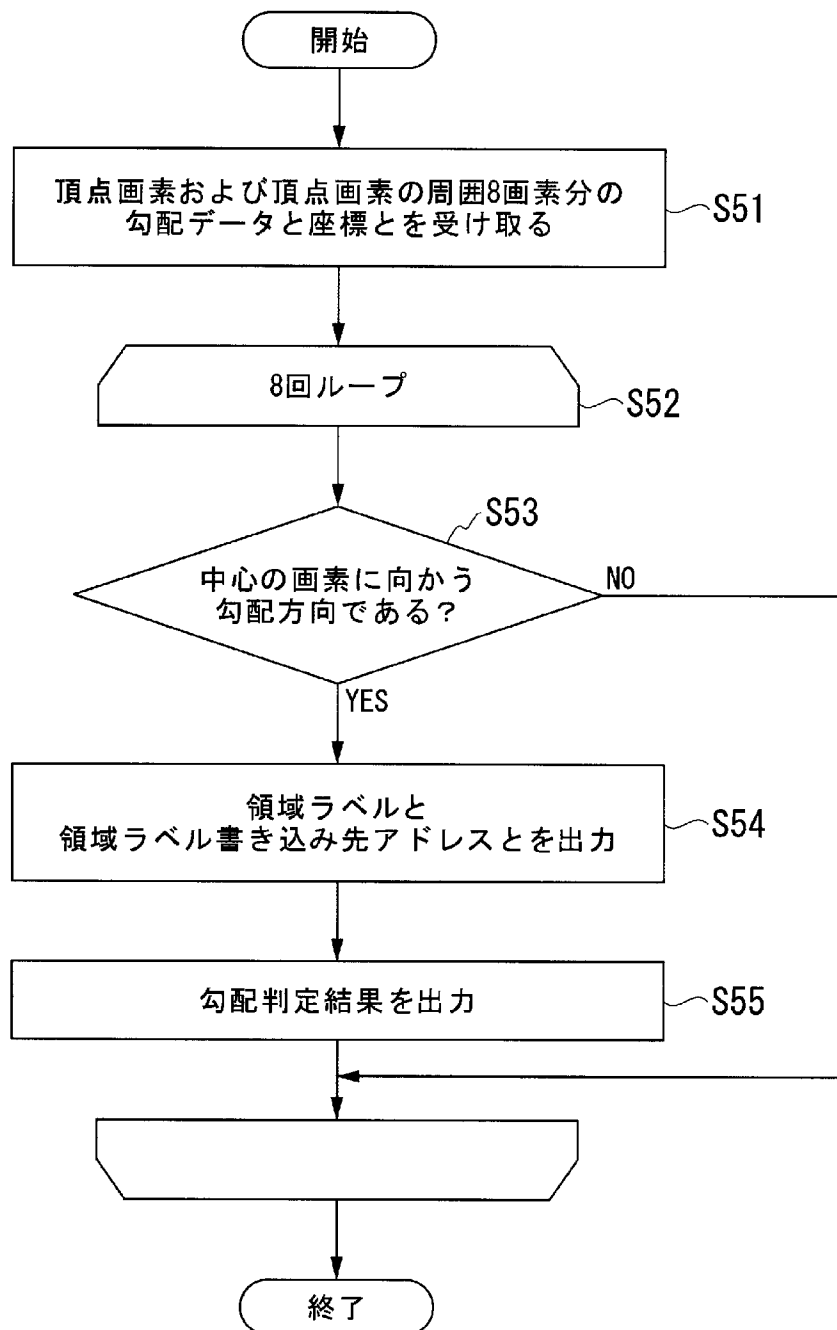
[図12]



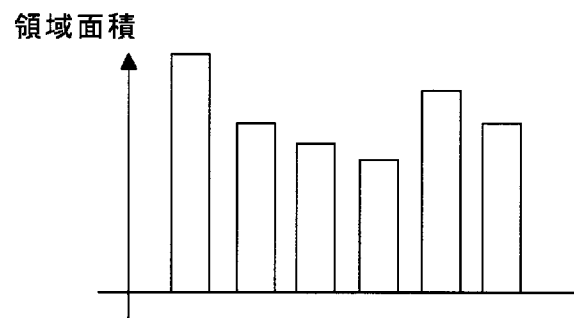
[図13]



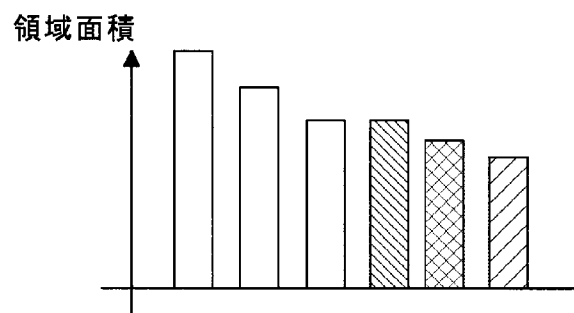
[図14]



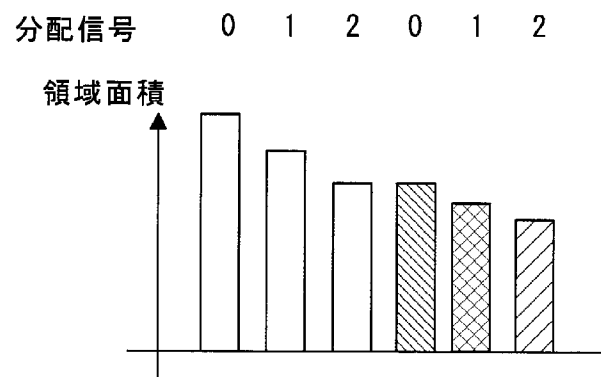
[図15A]



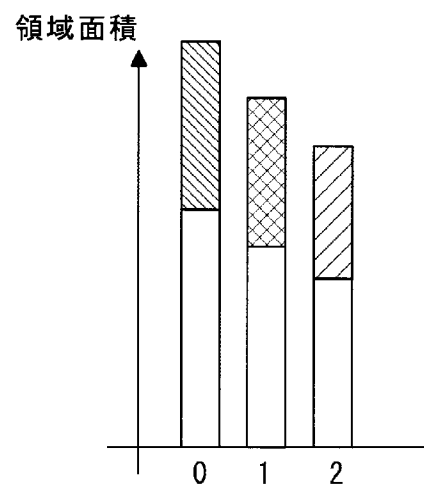
[図15B]



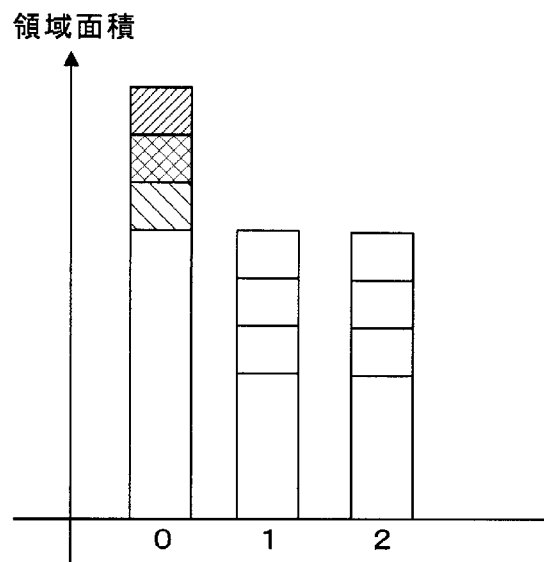
[図15C]



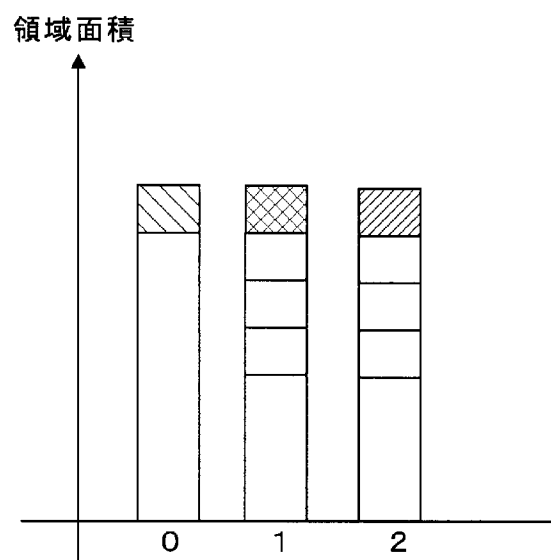
[図15D]



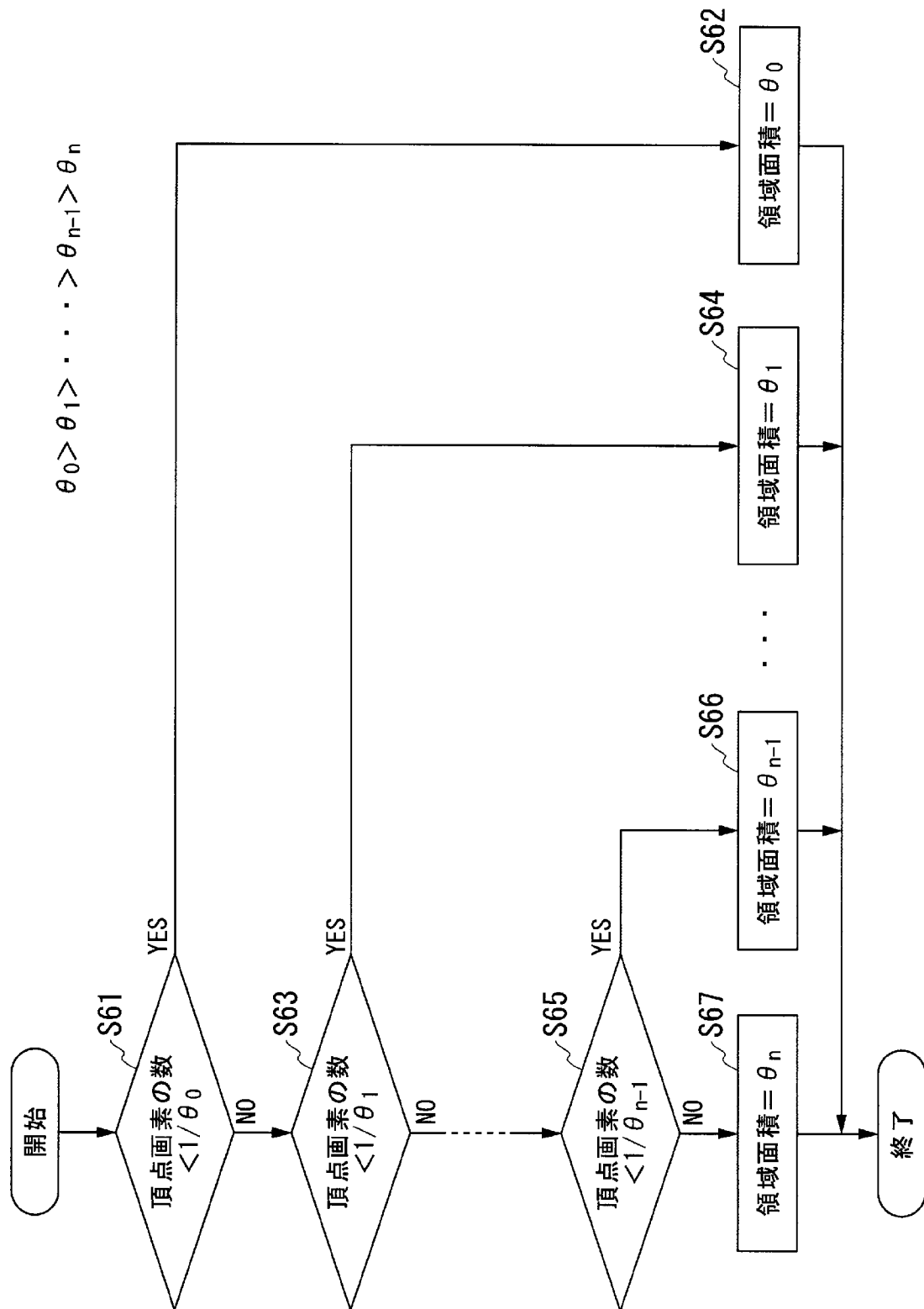
[図16A]



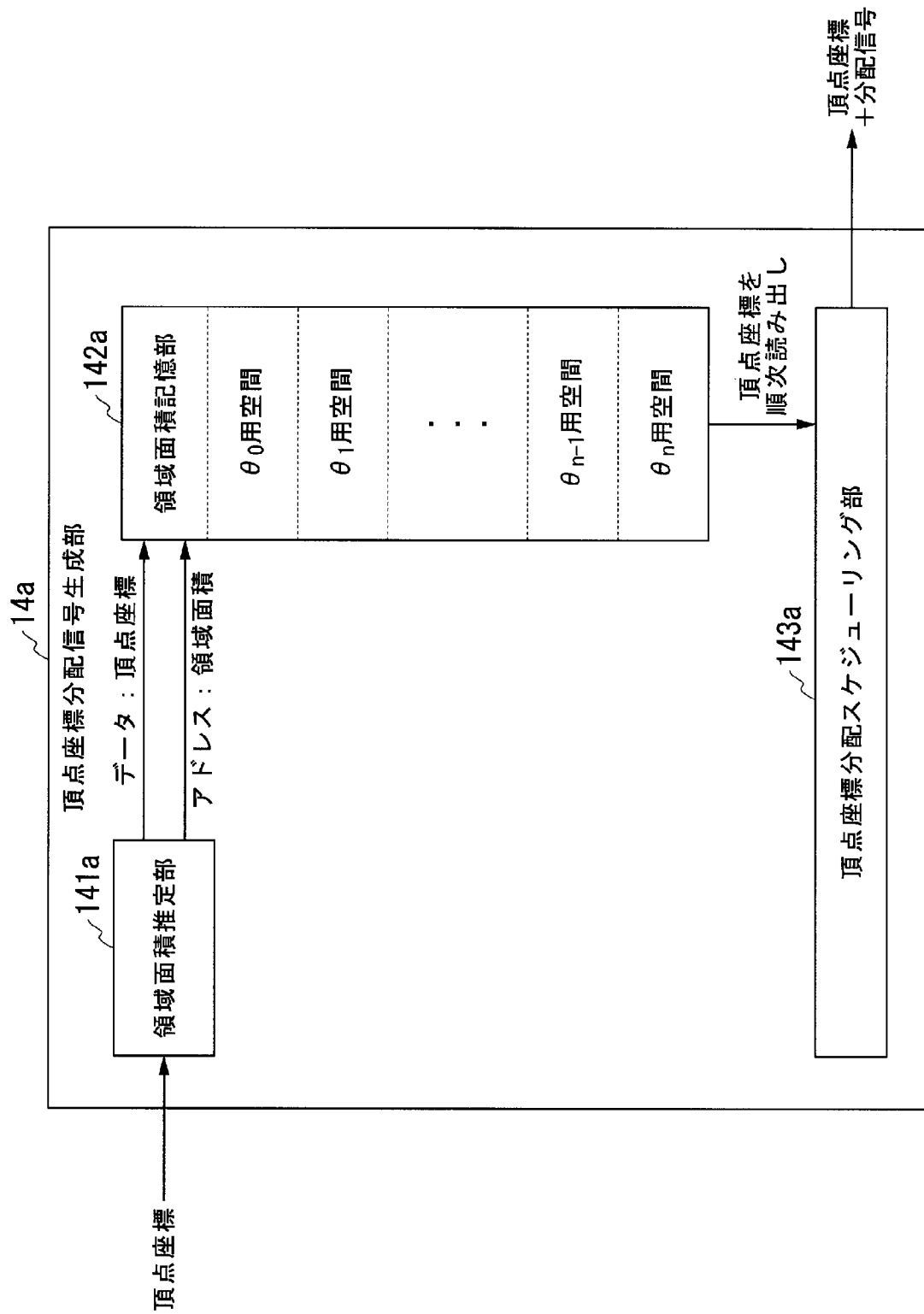
[図16B]



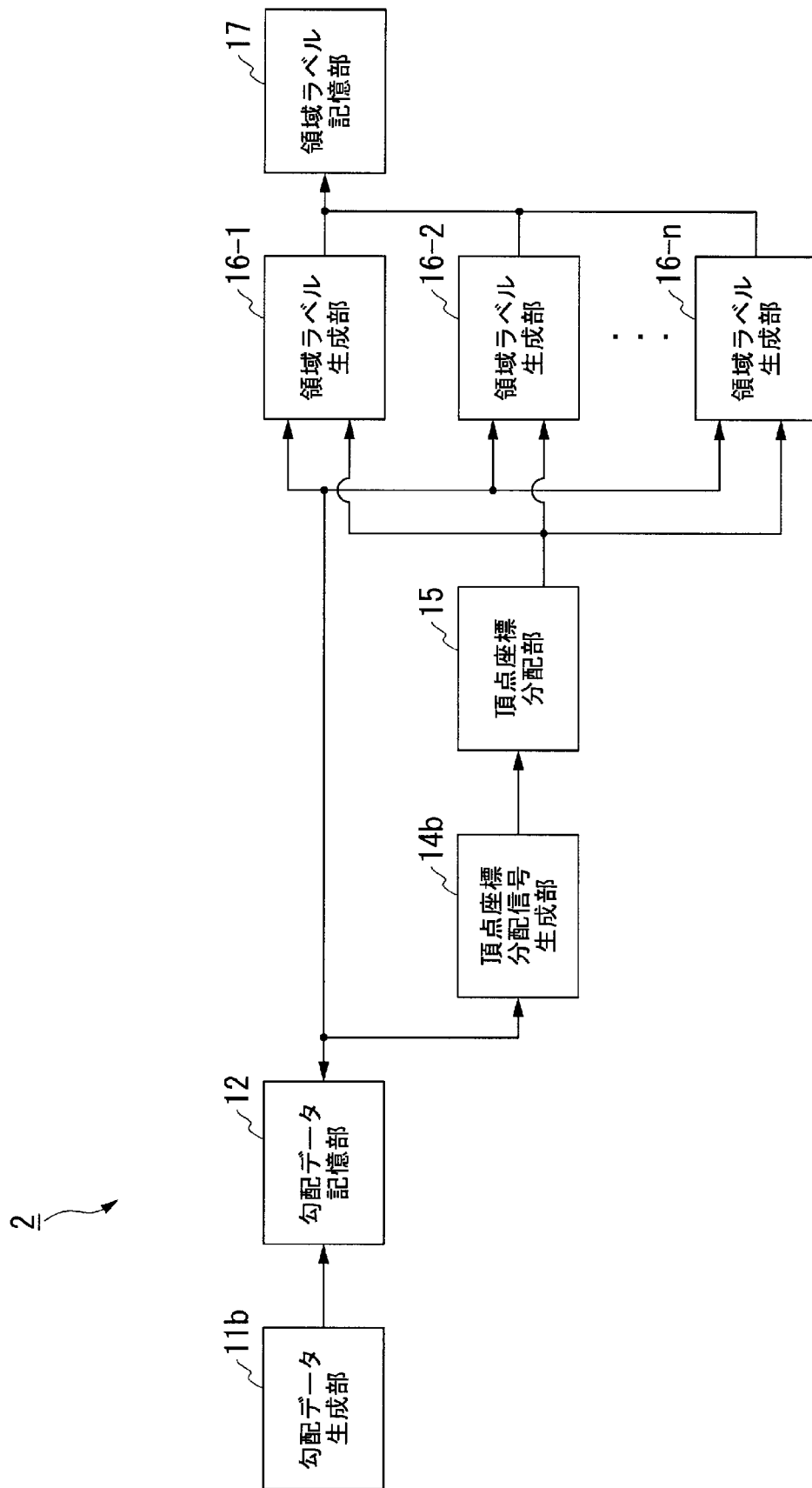
[図17]



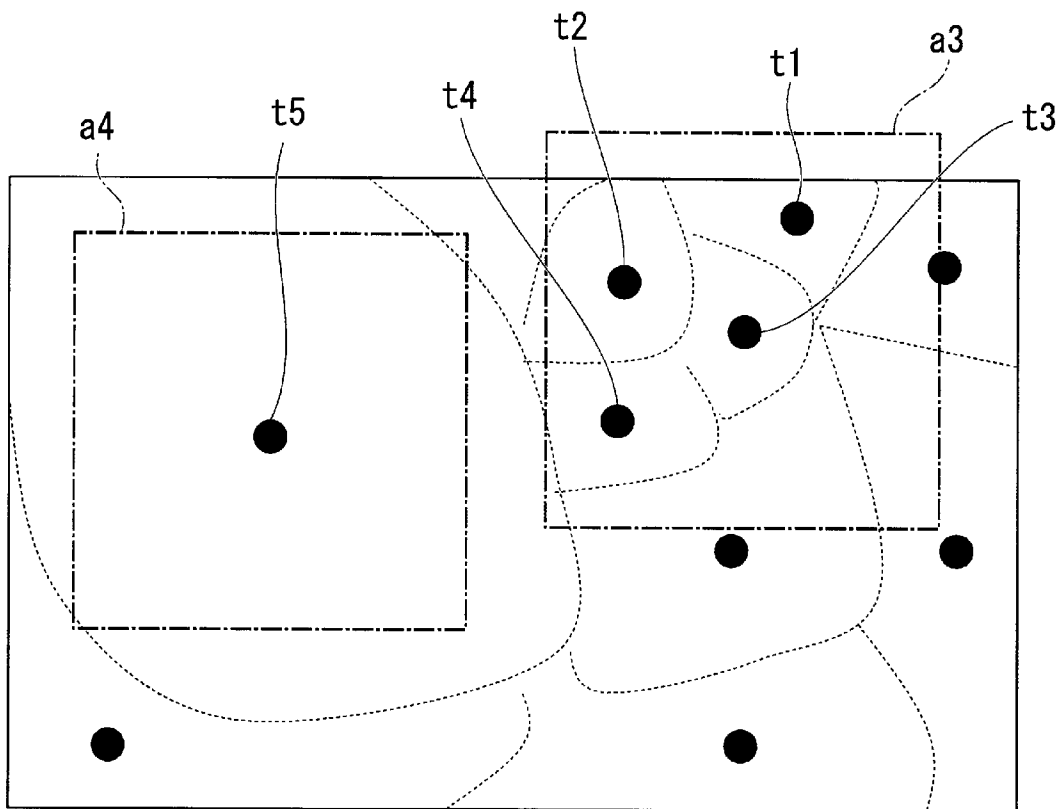
[図18]



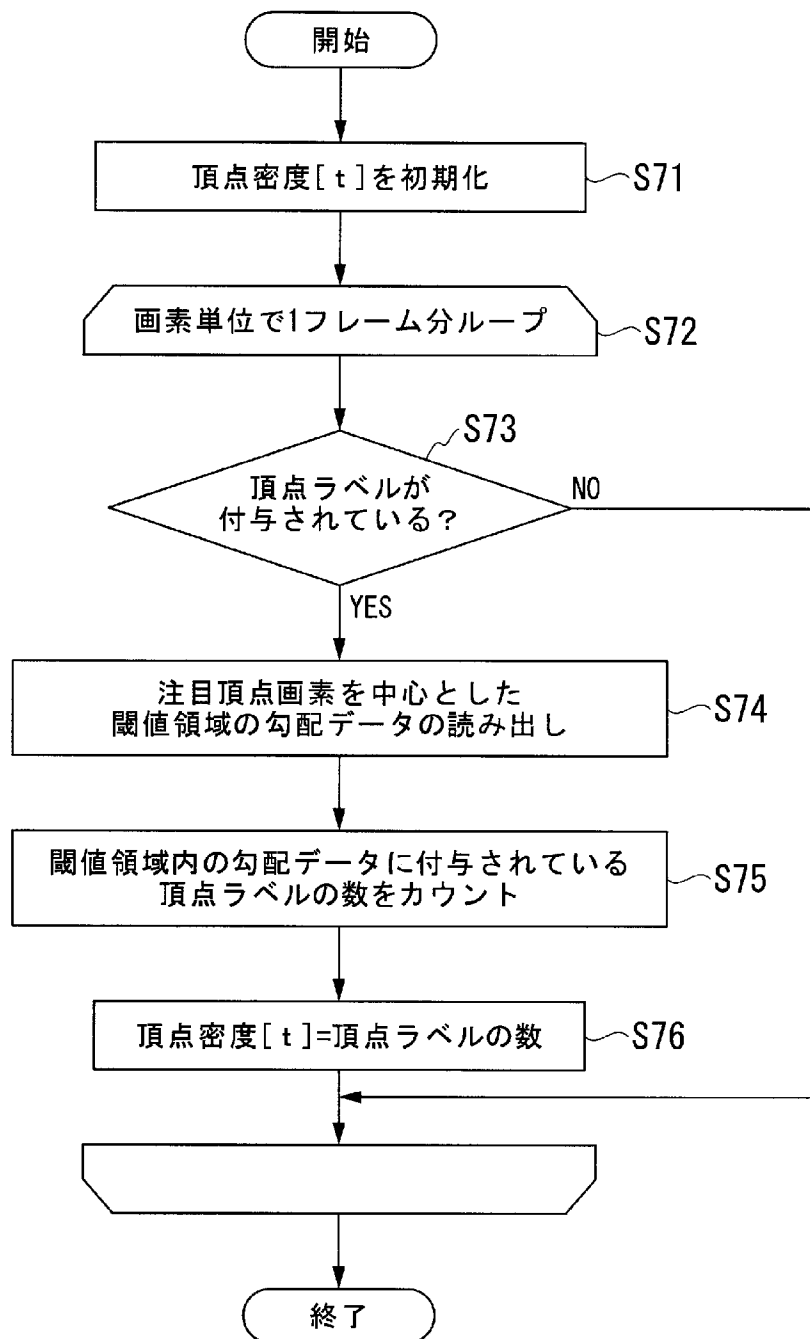
[図19]



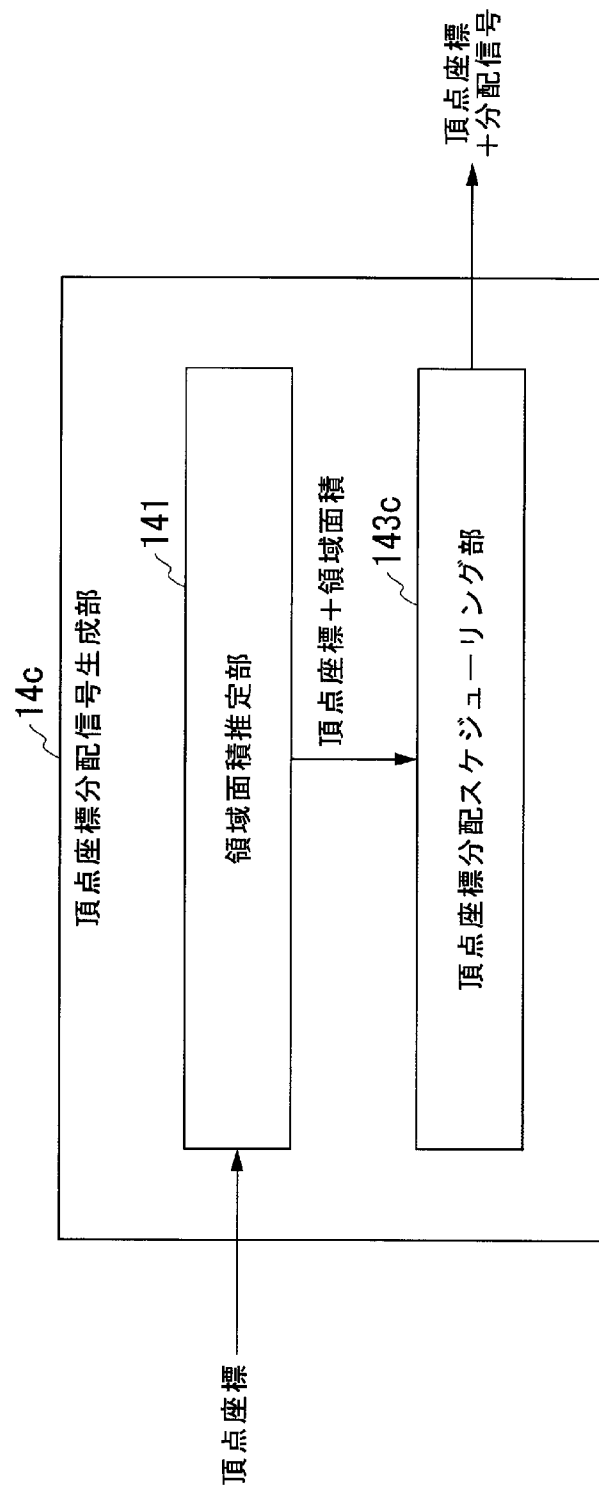
[図20]



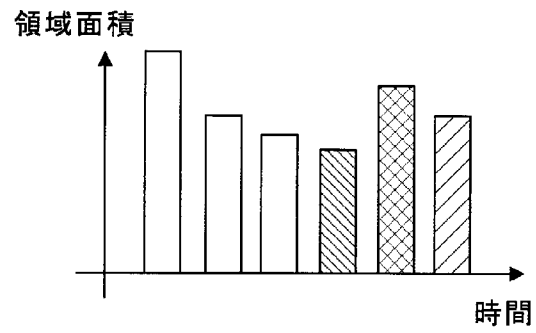
[図21]



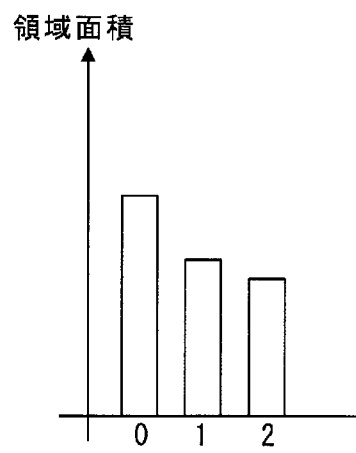
[図22]



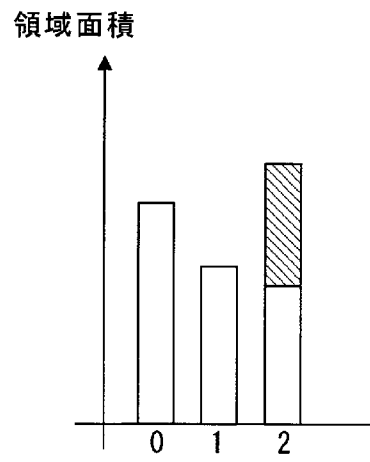
[図23A]



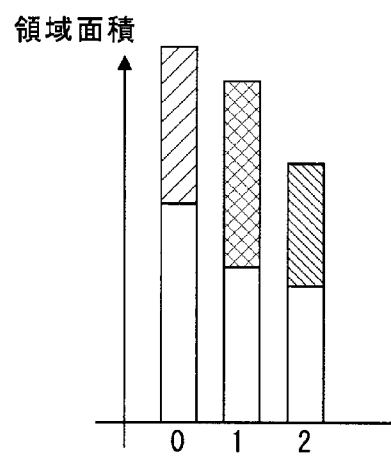
[図23B]



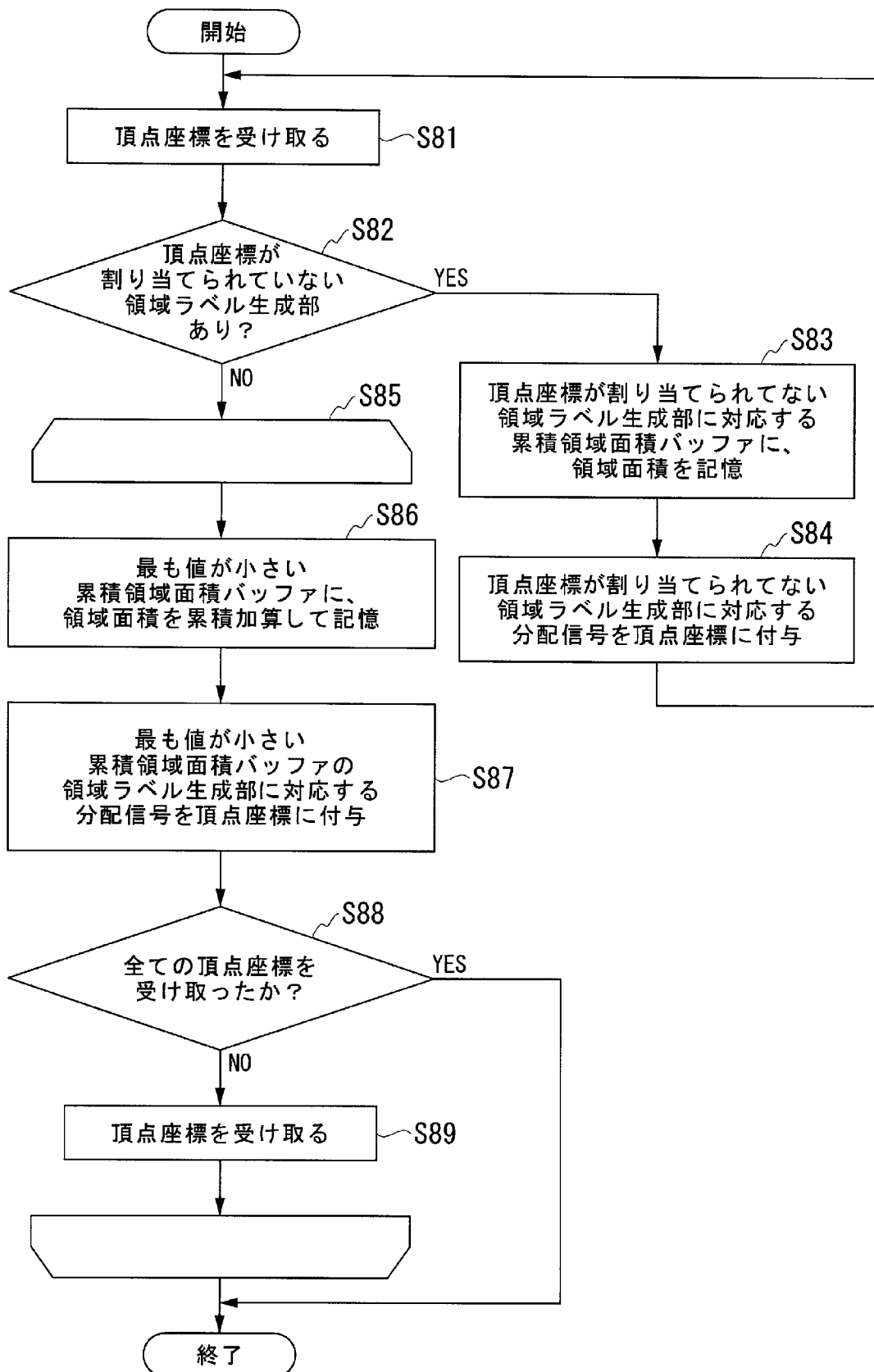
[図23C]



[図23D]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/056322

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T7/60(2006.01)i, G06F9/50(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)

G06T7/60, G06F9/50

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
A	JP 2002-251610 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 06 September 2002 (06.09.2002), paragraphs [0026] to [0032] (Family: none)	1-13
A	WO 2006/080239 A1 (Olympus Corp.), 03 August 2006 (03.08.2006), paragraphs [0002] to [0011], [0085] to [0098]; fig. 20, 35-1 to 36-3 & US 2008/0056610 A1 & EP 1847955 A1	1-13

☐ 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
08 May 2015 (08.05.15)

Date of mailing of the international search report
19 May 2015 (19.05.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06T7/60(2006.01)i, G06F9/50(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（I P C））

Int.Cl. G06T7/60, G06F9/50

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
A	JP 2002-251610 A（松下電器産業株式会社）2002.09.06, 段落 [0 0 2 6] - [0 0 3 2]（ファミリーなし）	1 - 1 3
A	WO 2006/080239 A1（オリンパス株式会社）2006.08.03, 段落 [0 0 0 2] - [0 0 1 1], [0 0 8 5] - [0 0 9 8], [図 2 0], [図 3 5 - 1] - [図 3 6 - 3] & US 2008/0056610 A1 & EP 1847955 A1	1 - 1 3

☐ 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

0 8 . 0 5 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 9 . 0 5 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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）

佐藤 実

5 H

3 2 4 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 3 1