

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6697680号  
(P6697680)

(45) 発行日 令和2年5月27日 (2020.5.27)

(24) 登録日 令和2年4月30日 (2020.4.30)

(51) Int.Cl.

F I

HO 4 N 5/225 (2006.01)  
AO 1 G 7/00 (2006.01)  
HO 4 N 5/232 (2006.01)  
GO 1 N 21/27 (2006.01)  
GO 1 N 21/88 (2006.01)

HO 4 N 5/225 4 0 0  
AO 1 G 7/00 6 0 3  
HO 4 N 5/232 3 8 0  
HO 4 N 5/225 3 0 0  
GO 1 N 21/27 A

請求項の数 12 (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-159853 (P2016-159853)  
(22) 出願日 平成28年8月17日 (2016.8.17)  
(65) 公開番号 特開2018-29250 (P2018-29250A)  
(43) 公開日 平成30年2月22日 (2018.2.22)  
審査請求日 令和1年7月17日 (2019.7.17)

(73) 特許権者 000002185  
ソニー株式会社  
東京都港区港南1丁目7番1号  
(74) 代理人 100121131  
弁理士 西川 孝  
(74) 代理人 100082131  
弁理士 稲本 義雄  
(72) 発明者 三谷 均  
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株  
式会社内  
(72) 発明者 若園 雅史  
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株  
式会社内

審査官 ▲徳▼田 賢二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 信号処理装置、信号処理方法、およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

同一の波長域の光を検出するとともに、隣接するセンサ素子が互いに異なる偏光方向の光を検出する複数のセンサ素子からなる検出領域を、前記波長域ごとに複数備えた検出部の出力に基づき、前記検出領域ごとに構成される画像から特徴点を検出する特徴点検出部と、

検査の対象となる検査対象物の表面における光の偏光状態を表す偏光パラメータを抽出する偏光パラメータ抽出部と、

前記偏光パラメータ抽出部により抽出された前記偏光パラメータをマッピングした画像から偏光パラメータ特徴点を検出する偏光パラメータ特徴点検出部と、

前記特徴点および前記偏光パラメータ特徴点に基づいて、前記検出領域ごとの画像をステッチし、前記検出部により取得可能な1枚分の画像よりも大きな画像を構築する画像処理部と

を備える信号処理装置。

【請求項 2】

前記偏光パラメータに基づいて、前記検査対象物の表面における鏡面反射成分を前記画像から除去する鏡面反射成分除去部

をさらに備える請求項 1 に記載の信号処理装置。

【請求項 3】

前記センサ素子は、前記偏光方向の数に応じた個数のセットごとに隣接して配置され、

前記偏光パラメータ抽出部は、1セットの前記センサ素子における前記偏光方向の違いに応じた前記センサ素子の出力の差に基づいて、前記偏光パラメータを抽出する

請求項2に記載の信号処理装置。

【請求項4】

前記検出領域ごとに前記画像を分割する分割部

をさらに備える請求項2または3に記載の信号処理装置。

【請求項5】

前記偏光パラメータ抽出部により前記偏光パラメータが抽出された後に、前記分割部による前記検出領域ごとの分割が行われる

請求項4に記載の信号処理装置。

10

【請求項6】

前記分割部により前記画像が前記検出領域ごとに分割された後に、前記偏光パラメータ抽出部による前記偏光パラメータの抽出が行われる

請求項4に記載の信号処理装置。

【請求項7】

前記画像に対する解析を行う解析部と、

前記偏光パラメータ抽出部により前記偏光パラメータが抽出された後に、前記分割部による前記検出領域ごとの分割が行われる第1の処理、および、前記分割部により前記画像が前記検出領域ごとに分割された後に、前記偏光パラメータ抽出部による前記偏光パラメータの抽出が行われる第2の処理のいずれか一方を、前記解析部による解析結果に従って選択する処理選択部

20

をさらに備える請求項4に記載の信号処理装置。

【請求項8】

前記解析部は、取得可能な1枚分の画像を構成する画素値のヒストグラムを求めて、前記検出領域ごとに、特定の基準値よりも小さな前記画素値の個数を解析結果として求め、前記処理選択部は、

全ての前記検出領域において、特定の基準値よりも小さな前記画素値の個数が閾値以上である場合、前記第1の処理を選択し、

いずれかの前記検出領域において、特定の基準値よりも小さな前記画素値の個数が閾値未満である場合、前記第2の処理を選択する

30

請求項7に記載の信号処理装置。

【請求項9】

前記第1の処理では、前記偏光パラメータ抽出部により抽出された前記偏光パラメータに基づいて前記鏡面反射成分除去部により鏡面反射成分が除去された前記画像が、前記分割部により分割される

請求項7または8に記載の信号処理装置。

【請求項10】

前記第2の処理では、前記分割部により分割された前記画像から前記偏光パラメータ抽出部により抽出された前記偏光パラメータに基づいて、前記分割部により分割された前記画像ごとに前記鏡面反射成分除去部により鏡面反射成分が除去される

40

請求項7または8に記載の信号処理装置。

【請求項11】

同一の波長域の光を検出するとともに、隣接するセンサ素子が互いに異なる偏光方向の光を検出する複数のセンサ素子からなる検出領域を、前記波長域ごとに複数備えた検出部の出力に基づき、前記検出領域ごとに構成される画像から特徴点を検出し、

検査の対象となる検査対象物の表面における光の偏光状態を表す偏光パラメータを抽出し、

抽出された前記偏光パラメータをマッピングした画像から偏光パラメータ特徴点を検出し、

前記特徴点および前記偏光パラメータ特徴点に基づいて、前記検出領域ごとの画像をス

50

テッチし、前記検出部により取得可能な 1 枚分の画像よりも大きな画像を構築するステップを含む信号処理方法。

【請求項 12】

同一の波長域の光を検出するとともに、隣接するセンサ素子が互いに異なる偏光方向の光を検出する複数のセンサ素子からなる検出領域を、前記波長域ごとに複数備えた検出部の出力に基づき、前記検出領域ごとに構成される画像から特徴点を検出し、

検査の対象となる検査対象物の表面における光の偏光状態を表す偏光パラメータを抽出し、

抽出された前記偏光パラメータをマッピングした画像から偏光パラメータ特徴点を検出し、

前記特徴点および前記偏光パラメータ特徴点に基づいて、前記検出領域ごとの画像をステッチし、前記検出部により取得可能な 1 枚分の画像よりも大きな画像を構築する

ステップを含む信号処理をコンピュータに実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、信号処理装置、信号処理方法、およびプログラムに関し、特に、所望の検査を良好に行うことができるようにした信号処理装置、信号処理方法、およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、植物の分布状況や活性度を示す指標として、正規化植生指数（NDVI：Normalized Difference Vegetation Index）が利用されている。

【0003】

例えば、リモートセンシングや精密農業の分野における用途では、近赤外光および赤色光の成分で分光して検査対象物を撮像することにより取得された画像を用いて農作物の育成状態を検査することが行われている。また、様々な偏光フィルタを画素ごとに配置した偏光イメージャを利用することで、偏光方向に応じた特徴を有する画像を取得することができる。なお、偏光イメージャは、受光面内の画素を複数の偏光方向に分けて、偏光方向ごとの画像を生成するため、解像度が低下（例えば、4つの偏光方向を用いた場合、解像度が 1/4 に低下）することになる。

【0004】

例えば、特許文献 1 には、偏光子（画素ごとの偏光フィルタ）がアレイ状に配置された偏光子アレイを、アクチュエータによってピクセル単位でシフトさせて複数枚の画像を撮像し、それらの画像を処理することで解像度を保持する撮像装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特許第 4932978 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、一般的に、移動しながら連続的に撮像した複数枚の画像をステッチすることにより、広範囲の画像を高解像度で取得する手法（Image stitching と称される）が知られている。しかしながら、複数枚の画像をステッチして広範囲の画像を取得する手法と、上述の特許文献 1 で開示されている撮像装置を使用して解像度の維持を図る手法とを両立させることは困難であった。そこで、偏光イメージャを利用しても高解像度となるように広範囲の画像を取得することで、例えば、正規化植生指数を利用した植生の検査を良好に行えるようにすることが求められている。

【0007】

10

20

30

40

50

本開示は、このような状況に鑑みてなされたものであり、所望の検査を良好に行うことができるようにするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本開示の一側面の信号処理装置は、同一の波長域の光を検出するとともに、隣接するセンサ素子が互いに異なる偏光方向の光を検出する複数のセンサ素子からなる検出領域を、前記波長域ごとに複数備えた検出部の出力に基づき、前記検出領域ごとに構成される画像から特徴点を検出する特徴点検出部と、検査の対象となる検査対象物の表面における光の偏光状態を表す偏光パラメータを抽出する偏光パラメータ抽出部と、前記偏光パラメータ抽出部により抽出された前記偏光パラメータをマッピングした画像から偏光パラメータ特徴点を検出する偏光パラメータ特徴点検出部と、前記特徴点および前記偏光パラメータ特徴点に基づいて、前記検出領域ごとの画像をステッチし、前記検出部により取得可能な1枚分の画像よりも大きな画像を構築する画像処理部とを備える。

10

【0009】

本開示の一側面の信号処理方法およびプログラムは、同一の波長域の光を検出するとともに、隣接するセンサ素子が互いに異なる偏光方向の光を検出する複数のセンサ素子からなる検出領域を、前記波長域ごとに複数備えた検出部の出力に基づき、前記検出領域ごとに構成される画像から特徴点を検出し、検査の対象となる検査対象物の表面における光の偏光状態を表す偏光パラメータを抽出し、抽出された前記偏光パラメータをマッピングした画像から偏光パラメータ特徴点を検出し、前記特徴点および前記偏光パラメータ特徴点に基づいて、前記検出領域ごとの画像をステッチし、前記検出部により取得可能な1枚分の画像よりも大きな画像を構築するステップを含む。

20

【0010】

本開示の一側面においては、同一の波長域の光を検出するとともに、隣接するセンサ素子が互いに異なる偏光方向の光を検出する複数のセンサ素子からなる検出領域を、波長域ごとに複数備えた検出部の出力に基づき、それらの検出領域ごとに構成される画像から特徴点を検出され、検査の対象となる検査対象物の表面における光の偏光状態を表す偏光パラメータが抽出され、抽出された偏光パラメータをマッピングした画像から偏光パラメータ特徴点を検出され、特徴点および偏光パラメータ特徴点に基づいて、検出領域ごとの画像がステッチされて、検出部により取得可能な1枚分の画像よりも大きな画像が構築される。

30

【発明の効果】

【0011】

本開示の一側面によれば、所望の検査を良好に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本技術を適用した植生検査装置の一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図2】検出装置における画素の配置の一例を示す図である。

【図3】広範囲の出力画像を生成する処理を説明する図である。

40

【図4】第1の画像処理部の構成例を示すブロック図である。

【図5】第2の画像処理部の構成例を示すブロック図である。

【図6】広範囲かつ高解像度の画像を取得する処理について説明するフローチャートである。

【図7】画素の最小検出領域の配置規則について説明する図である。

【図8】最小検出領域の他の配置規則に従った画素の配置例を示す図である。

【図9】検出装置の画素の配置の第1の変形例を示す図である。

【図10】検出装置の画素の配置の第2の変形例を示す図である。

【図11】検出装置の画素の配置の第3の変形例を示す図である。

【図12】検出装置の画素の配置の第4の変形例を示す図である。

50

【図 1 3】植生検査装置の利用例を説明する図である。

【図 1 4】植生検査装置の利用例を説明する図である。

【図 1 5】本技術を適用したコンピュータの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本技術を適用した具体的な実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0014】

< 植生検査装置の実施の形態 >

10

【0015】

図 1 は、本技術を適用した植生検査装置の一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【0016】

図 1 に示すように、植生検査装置 11 は、検出装置 12 および信号処理装置 13 を備えて構成され、芝生や農作物などを検査対象物として、それらの植生の状態や活性度などの育成状況を検査することに利用される。

【0017】

検出装置 12 は、例えば、複数の画素（センサ素子）が行列状に受光面に配置されたイメージセンサであり、検査対象物の表面で反射された光の光量を画素ごとに検出することで、検査対象物の画像を取得することができる。また、検出装置 12 は、それぞれの画素により、特定の波長域および偏光方向の光が検出されるように構成される。例えば、検出装置 12 は、画素を構成するフォトダイオードが形成されるセンサ基板に対して、所定の偏光方向の光を透過する偏光フィルタ、および、所定の波長域の光を透過する光学フィルタが積層されて構成される。

20

【0018】

例えば、図 2 に示すように、検出装置 12 では、異なる偏光方向の光を検出する画素が隣接するように配置される。即ち、図 2 に示されている小さな正方形は画素を表しており、それぞれの画素に付されている数字が偏光方向の角度を示している。図 2 に示す例では、45 度ごとに偏光方向が設定されており、0 度、45 度、90 度、および 135 度に偏光方向が設定されている 4 つの画素が、行×列が 2×2 となるように隣接して配置されている。そして、検出装置 12 では、それらの 4 つの画素をセットとして、セットごとに配置される。なお、検出装置 12 は、4 方向の偏光方向の光を検出するのに限定されることなく、少なくとも 3 方向の偏光方向の光が、隣接するように配置される 3 個の画素により検出されるように構成されていればよい。

30

【0019】

また、例えば、検出装置 12 では、同一の波長域の光を検出する画素が、それぞれの波長域の検出領域ごとに一纏まりとなるように配置される。即ち、図 2 に示すように、検出装置 12 では、赤色の波長域の光を検出する画素が赤色の検出領域 R に配置され、緑色の波長域の光を検出する画素が緑色の検出領域 G に配置され、青色の波長域の光を検出する画素が青色の検出領域 B に配置され、近赤外の波長域の光を検出する画素が近赤外の検出領域 I R に配置される。

40

【0020】

赤色の検出領域 R、緑色の検出領域 G、青色の検出領域 B、および近赤外の検出領域 I R は、列方向（図 2 の上下方向）に沿った細長い矩形形状に形成されており、それぞれ行方向（図 2 の左右方向）に並ぶように配置される。このように、検出装置 12 は、複数の画素が配置される受光面が、赤色の検出領域 R、緑色の検出領域 G、青色の検出領域 B、および近赤外の検出領域 I R によって 4 分割されるように構成される。従って、検出装置 12 は、1 回の露光で、赤色の検出領域 R、緑色の検出領域 G、青色の検出領域 B、および近赤外の検出領域 I R それぞれにより、列方向に細長い矩形形状に分割された波長域ご

50

との画像（以下適宜、分割画像と称する）を取得することができる。

【0021】

ここで、植生検査装置11は、検査対象物に対して相対的に移動しながら、検出装置12において高速で連続的に複数枚の画像を取得することができ、それらの複数枚の画像が、検査対象物の検査に用いられる。このとき、赤色の検出領域R、緑色の検出領域G、青色の検出領域B、および近赤外の検出領域IRそれぞれにより、検査対象物を順次走査することができるように、図2の行方向を検出装置12の移動方向とする。また、植生検査装置11は、検査対象物の検査を行う際に、例えば、赤色の検出領域R、緑色の検出領域G、青色の検出領域B、および近赤外の検出領域IRそれぞれにより連続して取得される分割画像が、行方向に所定の幅以上で重なるような移動速度で移動を行う。

10

【0022】

このように、検出装置12は、画素のセットごとに、4つの偏光方向の光を検出し、赤色の検出領域R、緑色の検出領域G、青色の検出領域B、および近赤外の検出領域IRごとに、それぞれの波長域の分割画像を取得することができる。そして、検出装置12は、このような偏光方向および波長域の光の光量に応じた画素値により構成される画像のデータを、入力画像データとして信号処理装置13に入力する。

【0023】

信号処理装置13は、図1に示すように、画像データ解析部21、画像処理選択部22、第1の画像処理部23a、第2の画像処理部23b、およびステッチ処理部24を備えて構成される。

20

【0024】

画像データ解析部21は、検出装置12から入力される入力画像データに対する解析を行い、その解析結果を画像処理選択部22に供給する。例えば、画像データ解析部21は、検出装置12により取得可能な1枚分の画像の入力画像データにおける画素値のヒストグラムを求め、波長域の検出領域ごとに、特定の基準値よりも小さな画素値であった画素の個数を求めて、解析結果とすることができる。

【0025】

例えば、特殊な被写体に対する検査や特殊な光源の下で検査が行われる場合、特定の波長域の検出領域でのみ画像が現れたり、特定の波長域の検出領域でのみ画像が現れなかったりすることがある。従って、画像データ解析部21が入力画像データを解析した結果、いずれかの波長域の検出領域で、特定の基準値よりも小さな画素値であった画素の個数が閾値未満である場合、その波長域の検出領域には画像が現れていないと判断することができる。

30

【0026】

画像処理選択部22は、画像データ解析部21から供給される解析結果に従って、第1の画像処理部23aによる画像処理と、第2の画像処理部23bによる画像処理とのいずれか一方を選択して、検出装置12から入力される入力画像データを供給する。例えば、画像処理選択部22は、全ての波長域の検出領域で画像が現れている場合、第1の画像処理部23aによる画像処理を選択し、いずれかの波長域の検出領域で画像が現れていない場合、第2の画像処理部23bによる画像処理を選択する。

40

【0027】

即ち、画像処理選択部22は、入力画像データの解析結果が、全ての波長域の検出領域で特定の基準値よりも小さな画素値であった画素の個数が閾値以上であることを示している場合、第1の画像処理部23aに入力画像データを供給する。一方、画像処理選択部22は、入力画像データの解析結果が、いずれかの波長域の検出領域において特定の基準値よりも小さな画素値であった画素の個数が閾値未満であることを示している場合、第2の画像処理部23bに入力画像データを供給する。

【0028】

第1の画像処理部23aおよび第2の画像処理部23bは、それぞれ図4および図5を参照して後述するように、入力画像データに対する画像処理を行う。そして、第1の画像

50

処理部 23a および第 2 の画像処理部 23b は、波長域ごとに入力画像データを分割した分割画像データと、検出装置 12 により取得された画像上の特徴点の座標を示す座標データとをステッチ処理部 24 に供給する。

【0029】

ステッチ処理部 24 には、検出装置 12 から信号処理装置 13 に 1 枚分の画像の入力画像データが供給されるたびに順次、第 1 の画像処理部 23a および第 2 の画像処理部 23b のいずれか一方から、分割画像データおよび座標データが供給される。そして、ステッチ処理部 24 は、連続して供給される分割画像を波長域ごとにステッチして、それぞれの波長域の画素値で表される出力画像を生成する。即ち、ステッチ処理部 24 は、画像上の特徴点の座標を示す座標データに基づいて、隣り合う分割画像どうしで共通する箇所を写している部分が重畳するように合成することで、検出装置 12 における 1 回の露光で撮像可能な画像よりも大きな画像を生成する。

10

【0030】

具体的には、ステッチ処理部 24 は、分割画像どうしで対応する特徴点を推定して、互いの特徴点が重なるように分割画像を移動または変形させる画像処理を施し、特徴点どうしを一致させた分割画像の重畳する部分の画素値をブレンドする画像処理を施す。

【0031】

これにより、ステッチ処理部 24 は、例えば、検出装置 12 により連続的に検査対象物の画像が取得され、検査対象物について検査の対象とする全領域の画像の取得が終了すると、検査対象物が広範囲かつ高解像度で写された 1 枚の出力画像を生成することができる。そして、ステッチ処理部 24 は、その広範囲かつ高解像度の出力画像（検出装置 12 により取得される 1 枚分の画像よりも広い範囲が写された画像）を構成するデータを、出力画像データとして出力する。

20

【0032】

ここで、図 3 を参照して、信号処理装置 13 において生成される広範囲かつ高解像度の出力画像について説明する。

【0033】

例えば、図 3 の左端には、検出装置 12 により連続的に取得される複数枚（図 3 の例では 4 枚）の画像が、上から下に向かう順で示されている。例えば、1 枚目の画像は、赤色の検出領域 R に対応する分割画像 R1、緑色の検出領域 G に対応する分割画像 G1、青色の検出領域 B に対応する分割画像 B1、および近赤外の検出領域 IR に対応する分割画像 IR1 により構成されている。また、2～4 枚目の画像も、1 枚目の画像と同様に構成されている。なお、これらの 4 枚の画像以降にも、図 2 の移動方向に沿って移動しながら順次、検出装置 12 により連続的に複数枚の画像が取得され、信号処理装置 13 に供給される。

30

【0034】

そして、信号処理装置 13 では、検出装置 12 から供給される画像が分割画像に分割され、同一の波長域の分割画像どうしが順次、ステッチ処理部 24 においてステッチされる。例えば、1 枚目の画像から分割された赤色の分割画像 R1、2 枚目の画像から分割された赤色の分割画像 R2、3 枚目の画像から分割された赤色の分割画像 R3、および 4 枚目の画像から分割された赤色の分割画像 R4 が順次、ステッチ処理部 24 においてステッチされる。以下、同様に、図 2 の移動方向に沿って移動しながら順次、検出装置 12 から供給される 4 枚目以降の画像から分割された赤色の分割画像が、ステッチ処理部 24 においてステッチされる。なお、他の波長域の分割画像も、それぞれの波長域ごとに、ステッチ処理部 24 においてステッチされる。

40

【0035】

これにより、信号処理装置 13 は、赤色の分割画像がステッチされた広範囲かつ高解像度の出力画像 R、緑色の分割画像がステッチされた広範囲かつ高解像度の出力画像 G、青色の分割画像がステッチされた広範囲かつ高解像度の出力画像 B、近赤外の分割画像がステッチされた広範囲かつ高解像度の出力画像 IR を取得することができる。そして、信号

50

処理装置 13 は、例えば、出力画像 R、出力画像 G、出力画像 B、および出力画像 IR を構成する出力画像データを、図 3 の右端に示すように、1 つに纏めた形式の出力画像データ（カラー画像データ + 近赤外画像データ）として出力してもよい。

【0036】

このように植生検査装置 11 は構成されており、所定の波長域ごとに広範囲かつ高解像度の出力画像を取得することができる。そして、例えば、赤色の出力画像 R および近赤外の出力画像 IR から求められ正規化植生指数 NDVI を用いた植生の検査を、例えば、畑などの広い範囲について高精細に行うことができる。

【0037】

次に、図 4 は、図 1 の第 1 の画像処理部 23a の構成例を示すブロック図である。

10

【0038】

図 4 に示すように、第 1 の画像処理部 23a は、偏光パラメータ抽出部 31a、鏡面反射成分除去部 32a、画像分割部 33a、第 1 の特徴点検出部 34a、および、第 2 の特徴点検出部 35a を備えて構成される。

【0039】

偏光パラメータ抽出部 31a は、検出装置 12 から供給される入力画像データに基づいて、検査対象物の表面における光の偏光状態を表す偏光パラメータを抽出して、鏡面反射成分除去部 32a および第 2 の特徴点検出部 35a に供給する。例えば、偏光パラメータには、検査対象物の表面で光が反射する際の偏光の程度を示す偏光度や、検査対象物の表面の法線が検出装置 12 に対して成す角度を示す法線ベクトルなどが含まれる。図 2 を参照して上述したように、検出装置 12 は、隣接する 4 つの画素により 45 度ごとの偏光方向の光を検出している。従って、偏光パラメータ抽出部 31a は、これらの 4 つの画素の画素値から得られる偏光情報（それぞれの画素における偏光方向の違いに応じた画素値の差）に基づいて、それらの 4 つの画素により検出される検査対象物の表面での偏光パラメータを抽出することができる。

20

【0040】

鏡面反射成分除去部 32a は、偏光パラメータ抽出部 31a から供給される偏光パラメータに基づいて、検出装置 12 から供給される入力画像データから、検査対象物の表面で光が鏡面反射する成分である鏡面反射成分を除去する。例えば、一般的に、検査対象物の表面で反射する光は、偏光している鏡面反射成分と無偏光の拡散反射成分とを含んでいる。

30

【0041】

そこで、鏡面反射成分除去部 32a は、拡散反射成分と鏡面反射成分とは統計的に独立しているという仮定に基づき、例えば、ICA (Independent Component Analysis) という手法によって鏡面反射成分を除去することができる。そして、鏡面反射成分除去部 32a は、検出装置 12 により取得された画像から、鏡面反射成分の影響を排除した画像を取得し、その画像データを画像分割部 33a に供給する。

【0042】

画像分割部 33a は、鏡面反射成分除去部 32a から供給される画像データを、検出装置 12 により検出される波長域の検出領域に従って分割し、それぞれの波長域ごとの分割画像データを、第 1 の特徴点検出部 34a およびステッチ処理部 24 (図 1) に供給する。

40

【0043】

第 1 の特徴点検出部 34a は、分割画像データに基づく画像に写されている被写体において特徴的な箇所を示す特徴点を検出し、その特徴点の座標を示す座標データをステッチ処理部 24 に供給する。例えば、特徴点としては、画像上において輝度や色の変化が大きな箇所のエッジなどを用いることができる。

【0044】

第 2 の特徴点検出部 35a は、偏光パラメータ抽出部 31a から供給される偏光パラメータをマッピングした画像に写されている被写体において特徴的な箇所を示す特徴点を検

50



出し、その特徴点の座標を示す座標データをステッチ処理部 2 4 に供給する。

【 0 0 4 5 】

このように第 1 の画像処理部 2 3 a は構成されており、鏡面反射成分が除去されて波長域ごとに分割された分割画像データ、波長域ごとの分割画像から求められる特徴点の座標を示す座標データ、および、偏光パラメータに基づいて求められる画像上の特徴点の座標を示す座標データを、ステッチ処理部 2 4 に供給することができる。

【 0 0 4 6 】

次に、図 5 は、図 1 の第 2 の画像処理部 2 3 b の構成例を示すブロック図である。

【 0 0 4 7 】

図 5 に示すように、第 2 の画像処理部 2 3 b は、図 2 の第 1 の画像処理部 2 3 a と同様に、偏光パラメータ抽出部 3 1 b、鏡面反射成分除去部 3 2 b、画像分割部 3 3 b、第 1 の特徴点検出部 3 4 b、および、第 2 の特徴点検出部 3 5 b を備えて構成される。但し、第 2 の画像処理部 2 3 b は、図 2 の第 1 の画像処理部 2 3 a とは、処理を行う順番が異なるような構成となっている。

【 0 0 4 8 】

図示するように、第 2 の画像処理部 2 3 b では、検出装置 1 2 から画像分割部 3 3 b に入力画像データが供給され、画像分割部 3 3 b は、その画像データを、検出装置 1 2 における波長域の検出領域に従って分割する。そして、画像分割部 3 3 b は、それぞれの波長域ごとの分割画像データを、偏光パラメータ抽出部 3 1 b および鏡面反射成分除去部 3 2 b に供給する。従って、第 2 の画像処理部 2 3 b では、偏光パラメータ抽出部 3 1 b は、波長域ごとに分割された分割画像データから偏光パラメータを抽出し、鏡面反射成分除去部 3 2 b は、波長域ごとに分割された分割画像データから鏡面反射成分を除去する。その後、第 1 の特徴点検出部 3 4 b および第 2 の特徴点検出部 3 5 b は、それぞれ上述したような特徴点を抽出し、それらの特徴点の座標を示す座標データをステッチ処理部 2 4 に供給する。

【 0 0 4 9 】

このように構成される第 2 の画像処理部 2 3 b は、波長域ごとに分割されて鏡面反射成分が除去された分割画像データ、波長域ごとの分割画像から求められる特徴点の座標を示す座標データ、および、偏光パラメータに基づいて求められる画像上の特徴点の座標を示す座標データを、ステッチ処理部 2 4 に供給することができる。

【 0 0 5 0 】

従って、信号処理装置 1 3 では、ステッチ処理部 2 4 は、波長域ごとの分割画像から求められる特徴点の座標を示す座標データ、および、偏光パラメータに基づいて求められる画像上の特徴点の座標を示す座標データに基づいて、分割画像のステッチを行うことができる。このように、ステッチ処理部 2 4 は、より多くの特徴点を用いることで、ステッチの精度を向上させることができる。

【 0 0 5 1 】

また、一般的に、偏光パラメータは物体の色に依存しないため、ステッチ処理部 2 4 は、色フィルタの影響を受けることなく、検出装置 1 2 の全体のサイズの中で偏光パラメータに基づく特徴点を位置合わせに使用することができる。これにより、ステッチ処理部 2 4 は、より高精度なステッチが可能となる。

【 0 0 5 2 】

< 信号処理について >

【 0 0 5 3 】

図 6 は、植生検査装置 1 1 が広範囲かつ高解像度の画像を取得する処理について説明するフローチャートである。

【 0 0 5 4 】

例えば、検査対象物の検査を行う開始地点に植生検査装置 1 1 が到着すると処理が開始され、植生検査装置 1 1 は、図 2 に示したような移動方向で移動を行う。そして、ステップ S 1 1 において、検出装置 1 2 は、1 回の露光で撮像される 1 枚分の画像を取得し、そ

10

20

30

40

50

の画像の入力画像データを信号処理装置 1 3 に供給する。

【 0 0 5 5 】

ステップ S 1 2 において、信号処理装置 1 3 の画像データ解析部 2 1 は、ステップ S 1 1 で検出装置 1 2 から供給される入力画像に対する解析を行い、その解析結果を画像処理選択部 2 2 に供給する。

【 0 0 5 6 】

ステップ S 1 3 において、画像処理選択部 2 2 は、ステップ S 1 2 で画像データ解析部 2 1 から供給される解析結果に従って、入力画像に対する画像処理として、第 1 の画像処理部 2 3 a による画像処理、および、第 2 の画像処理部 2 3 b による画像処理のどちらを行うかを判定する。

10

【 0 0 5 7 】

ステップ S 1 3 において、画像処理選択部 2 2 が、入力画像に対して第 1 の画像処理部 2 3 a による画像処理を行うと判定した場合、画像処理選択部 2 2 は入力画像を第 1 の画像処理部 2 3 a に供給して、処理はステップ S 1 4 に進む。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 1 4 において、第 1 の画像処理部 2 3 a の偏光パラメータ抽出部 3 1 a は、検出装置 1 2 により取得された画像において隣接する偏光方向の異なる 4 つの画素の画素値に基づいて、偏光パラメータを抽出する。

【 0 0 5 9 】

ステップ S 1 5 において、鏡面反射成分除去部 3 2 a は、ステップ S 1 4 で偏光パラメータ抽出部 3 1 a により抽出された偏光パラメータに基づいて、検出装置 1 2 により取得された画像から鏡面反射成分を除去する。

20

【 0 0 6 0 】

ステップ S 1 6 において、画像分割部 3 3 a は、ステップ S 1 5 で鏡面反射成分除去部 3 2 a により鏡面反射成分が除去された画像を、検出装置 1 2 により検出される波長域ごとに分割する。そして、画像分割部 3 3 a は、それぞれの波長域ごとの分割画像を第 1 の特徴点検出部 3 4 a およびステッチ処理部 2 4 に供給する。

【 0 0 6 1 】

ステップ S 1 7 において、第 1 の特徴点検出部 3 4 a は、ステップ S 1 6 で画像分割部 3 3 a から供給される分割画像に写されている被写体において特徴的な箇所を示す特徴点を検出する。そして、第 1 の特徴点検出部 3 4 a は、それぞれの分割画像から検出された特徴点の座標を示す座標データをステッチ処理部 2 4 に供給する。

30

【 0 0 6 2 】

ステップ S 1 8 において、第 2 の特徴点検出部 3 5 a は、偏光パラメータ抽出部 3 1 a から供給される偏光パラメータに基づいて、偏光パラメータをマッピングした画像に写されている被写体において特徴的な箇所を示す特徴点を検出する。そして、第 2 の特徴点検出部 3 5 a は、検出装置 1 2 により取得された画像の全体について、偏光パラメータに基づいて検出された特徴点の座標を示す座標データをステッチ処理部 2 4 に供給する。

【 0 0 6 3 】

ステップ S 1 9 において、ステッチ処理部 2 4 は、ステップ S 1 6 で画像分割部 3 3 a から供給される分割画像を、ステップ S 1 7 および S 1 8 において供給される座標データにより示される特徴点に基づいてステッチする。

40

【 0 0 6 4 】

一方、ステップ S 1 3 において、画像処理選択部 2 2 が、入力画像に対して第 2 の画像処理部 2 3 b による画像処理を行うと判定した場合、画像処理選択部 2 2 は入力画像を第 2 の画像処理部 2 3 b に供給して、処理はステップ S 2 0 に進む。

【 0 0 6 5 】

ステップ S 2 0 において、第 2 の画像処理部 2 3 b の画像分割部 3 3 b は、検出装置 1 2 により取得された画像を、検出装置 1 2 により検出される波長域ごとに分割する。そして、画像分割部 3 3 b は、それぞれの波長域ごとの分割画像を偏光パラメータ抽出部 3 1

50

bおよび鏡面反射成分除去部32bに供給する。

【0066】

ステップS21において、偏光パラメータ抽出部31bは、画像分割部33bにより分割された分割画像ごとに、隣接する偏光方向の異なる4つの画素の画素値に基づいて、偏光パラメータを抽出する。

【0067】

ステップS22において、鏡面反射成分除去部32bは、ステップS21で偏光パラメータ抽出部31bにより抽出された偏光パラメータに基づいて、画像分割部33bにより分割された分割画像それぞれから鏡面反射成分を除去する。そして、鏡面反射成分除去部32bは、鏡面反射成分を除去した分割画像を第1の特徴点検出部34bおよびステッチ

10

処理部24に供給する。

【0068】

ステップS23において、第1の特徴点検出部34bは、ステップS22で鏡面反射成分除去部32bから供給される分割画像に写されている被写体において特徴的な箇所を示す特徴点を検出する。そして、第1の特徴点検出部34bは、それぞれの分割画像から検出された特徴点の座標を示す座標データをステッチ処理部24に供給する。

【0069】

ステップS24において、第2の特徴点検出部35bは、偏光パラメータ抽出部31bから供給される偏光パラメータに基づいて、偏光パラメータをマッピングした画像に写されている被写体において特徴的な箇所を示す特徴点を検出する。そして、第2の特徴点検出部35bは、検出装置12により取得された画像の全体について、偏光パラメータに基づいて検出された特徴点の座標を示す座標データをステッチ処理部24に供給する。

20

【0070】

そして、処理はステップS19に進み、この場合、ステッチ処理部24は、ステップS20で画像分割部33aから供給される分割画像を、ステップS23およびS24において供給される座標データにより示される特徴点に基づいてステッチする。

【0071】

ステップS19の処理後、処理はステップS25に進み、検出装置12は、検査対象物の全範囲に亘って、必要な画像を取得したか否かを判定する。例えば、検出装置12は、検査対象物の検査を行う開始地点から処理が行われ、植生検査装置11が終了地点まで到達したときに、必要な画像を取得したと判定することができる。

30

【0072】

ステップS25において、検出装置12が、必要な画像を取得していないと判定した場合、即ち、植生検査装置11が終了地点まで到達していない場合、処理はステップS11に戻り、以下、同様の処理が繰り返して行われる。

【0073】

一方、ステップS25において、検出装置12が、必要な画像を取得したと判定した場合、即ち、植生検査装置11が終了地点に到達した場合、処理はステップS26に進む。

【0074】

この場合、ステッチ処理部24により、検査対象物の全範囲に亘って、広範囲かつ高解像度な画像が生成されており、ステップS26において、信号処理装置13は、ステッチ処理部24により生成された画像を出力画像として出力した後、処理は終了される。

40

【0075】

以上のように、植生検査装置11は、検査対象物の全範囲を、検出装置12により検出可能な波長域ごとに、広範囲かつ高解像度で写した画像を取得することができる。

【0076】

< 検出装置における画素の配置について >

【0077】

検出装置12における画素の配置について、上述した図2に示した配置例は、説明を分かり易くするために模式的に表したものであって、検出装置12では、実際には、数百万

50

個または数千万個の微細な画素が受光面に配置されている。そして、検出装置 12 では、それらの画素が、図 2 に示したように、波長域ごとの検出領域によって受光面を 4 分割するように配置されている。また、検出装置 12 における画素の配置は、図 2 に示す例に限定されることない。

【0078】

図 7 乃至図 12 を参照して、検出装置 12 における画素の配置について説明する。

【0079】

図 7 は、検出装置 12 における画素の最小検出領域の配置規則について説明する図である。

【0080】

図 7 に示すように、検出装置 12 では、行方向に 4 個かつ列方向に 4 個で配置される 16 個の画素が、同一の波長域の光を検出するものとして一纏まりに配置された最小検出領域を構成する。また、上述したように、検出装置 12 では、45 度ごとに偏光方向が設定される 4 つの画素が、 $2 \times 2$  となるように隣接して配置されており、この 4 つの画素のセットが  $2 \times 2$  となるように配置される 16 個の画素により最小検出領域が構成される。

【0081】

そして、検出装置 12 は、赤色の最小検出領域 R、緑色の最小検出領域 G、青色の最小検出領域 B、および近赤外の最小検出領域 IR が、検出装置 12 が検査対象物に対して相対的に移動する方向である移動方向（図 7 の行方向）に沿って配置される。即ち、赤色の最小検出領域 R、緑色の最小検出領域 G、青色の最小検出領域 B、および近赤外の最小検出領域 IR は、検出装置 12 の移動方向に沿って見たときに、それぞれが必ず配置されるような配置規則となっている。これにより、検出装置 12 は、例えば、検査対象物に対して 1 ラインの走査を行ったときに、全ての波長域において、その 1 ラインについて検査対象物の分割画像を取得することができる。

【0082】

また、検出装置 12 では、偏光フィルタのパターン周期（ $2 \times 2$ ）に対して行方向および列方向に 2 倍となる大きさの最小検出領域が設定されている。このように最小検出領域を設定して、検出装置 12 は、検査対象物に対して相対的に移動しながら、例えば、少なくとも 2 画素の幅で重なり合うように連続的に画像を取得する。これにより、信号処理装置 13 は、ステッチ処理部 24 により分割画像をステッチすることができ、検出装置 12 において検出可能な全ての波長域それぞれについて、広範囲かつ高解像度の出力画像を出力することができる。

【0083】

図 8 は、最小検出領域の他の配置規則に従った画素の配置例を示す図である。

【0084】

図 8 に示すように、検出装置 12 では、赤色の最小検出領域 R、緑色の最小検出領域 G、青色の最小検出領域 B、および近赤外の最小検出領域 IR を、行  $\times$  列が  $2 \times 2$  となる配置規則に従って配置することができる。

【0085】

このように最小検出領域が配置される検出装置 12 を採用して、それぞれの最小検出領域が検査対象物を順次走査するように植生検査装置 11 を移動することで、検出装置 12 において検出可能な全ての波長域それぞれについて、広範囲かつ高解像度の出力画像を出力することができる。

【0086】

図 9 は、画素の配置の第 1 の変形例を示す図である。

【0087】

図 9 に示すように、検出装置 12 では、赤色の検出領域 R、緑色の検出領域 G、青色の検出領域 B、および近赤外の検出領域 IR が、図 2 に示した画素の配置と比較して列方向に長い矩形となるように画素が配置されている。

【0088】

図10は、画素の配置の第2の変形例を示す図である。

【0089】

図10に示すように、検出装置12では、行方向および列方向に沿って見たときに、赤色の検出領域R、緑色の検出領域G、青色の検出領域B、および近赤外の検出領域IRそれぞれが必ず配置される配置規則となるように、画素が配置されている。即ち、図10に示す画素の配置例では、行×列が4×4となるように配置される16カ所の検出領域について、行方向および列方向に沿って見たときに、全ての波長域の検出領域が配置されている。

【0090】

なお、図10に示す画素の配置例は、それぞれの波長域の検出領域の並べ方を模式的に表したものであり、1つの検出領域が、図7を参照して説明した最小検出領域となっているが、それぞれの検出領域を、より大きなサイズとしてもよい。例えば、検出装置12の受光面の全体を16カ所の検出領域に分割してもよい。または、より多くの画素が配置された検出領域が、図10に示すようなパターンで繰り返して配置されるようにすることができる。

10

【0091】

図11は、画素の配置の第3の変形例を示す図である。

【0092】

図11に示すように、検出装置12は、赤色の検出領域R、緑色の検出領域G、青色の検出領域B、および近赤外の検出領域IRの他に、例えば、無偏光かつ全波長域の光を検出する画素による検出領域を配置することができる。即ち、検出装置12は、偏光フィルタおよびカラーフィルタが設けられない検出領域を備えてもよい。この検出領域に配置される画素の画素値に基づいて、信号処理装置13は、あらゆる偏光方向の光による白色(モノクロ)の画像を取得することができる。

20

【0093】

図12は、画素の配置の第4の変形例を示す図である。

【0094】

図12に示すように、検出装置12は、赤色の検出領域R、緑色の検出領域G、青色の検出領域B、および近赤外の検出領域IRの他に、例えば、無偏光かつ3原色の光を検出する画素による検出領域を配置することができる。即ち、検出装置12は、偏光フィルタが設けられず、かつ、画素ごとに3原色のベイア配列のカラーフィルタが設けられた検出領域を備えてもよい。この検出領域に配置される画素の画素値に基づいて、信号処理装置13は、あらゆる偏光方向の光によるカラー画像を取得することができる。

30

【0095】

< 植生検査装置の利用例について >

【0096】

図13および図14に示すように、例えば、無人航空機(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)51に植生検査装置11を搭載して、無人航空機51によって移動しながら検査対象物に対する検査を行うことができる。

【0097】

図13には、検出装置12を下方方向に向けて植生検査装置11を無人航空機51に固定し、例えば、上空から真下にある畑の作物を平面的に広範囲に写した出力画像を取得する利用例が示されている。図14には、検出装置12を横方向に向けて植生検査装置11を無人航空機51に固定し、例えば、作物の高さなどの育成状態を、あぜ道などを移動しつつ広範囲に写した出力画像を取得する利用例が示されている。

40

【0098】

なお、図13および図14において、実線の矩形は、検出装置12により1回の露光で取得される複数枚の画像を表しており、破線の矩形は、それらの画像をステッチして生成される出力画像を表している。また、白抜きの矢印は、無人航空機51の移動経路を示している。

50

## 【0099】

このように、植生検査装置11を搭載した無人航空機51を移動させながら連続的に複数枚の画像を取得することで、植生検査装置11は、検査対象物が広範囲かつ高解像度で写された1枚の出力画像を取得することができる。従って、この出力画像を用いて、畑などの広い範囲における作物の植生を詳細に検査することができる。

## 【0100】

また、植生検査装置11が、無人航空機51が備えるセンサの情報を取得することができる場合、無人航空機51の位置および姿勢の情報にも基づいてステッチ処理部24によるステッチを行うことで、高精度にステッチされた出力画像を得ることができる。

## 【0101】

なお、植生検査装置11では、検出装置12のサイズや、植生検査装置11を移動させる速度などに応じて、それぞれの波長域の検出領域のサイズを適切に選択することができる。また、植生検査装置11では、検出装置12により検出する波長域の数（即ち、色フィルタの色数）は、植生検査装置11による検査の用途に応じて、必要な数の波長域を適切に選択することができる。

## 【0102】

例えば、図13および図14を参照して上述したように、無人航空機51を利用して広い畑の全体を検査する用途では、無人航空機51の移動の量や方向にある程度のブレが発生することが想定される。そのため、分割画像を確実にステッチするためには、検出領域それぞれのサイズを大きくする（より多くの画素を含む）ようにすることが好ましい。一方、例えば、小さな精密部品の小さな傷を発見する用途などのように、植生検査装置11を高精細に微小に移動させて検査を行う用途では、検出領域のサイズを小さくしてもよい。

## 【0103】

さらに、本技術は、植生検査装置11のような装置単体で構成する他、例えば、ネットワークを介して接続される植生検査システムに適用することができる。例えば、ネットワークを介して検出装置12および信号処理装置13を接続し、信号処理装置13から出力される出力画像を、ネットワークを介して、表示装置や解析装置など送信するように構成することができる。これにより、遠隔地にある多くの畑などを検査対象物として、どこでも検査をおこなうことができる。

## 【0104】

なお、上述のフローチャートを参照して説明した各処理は、必ずしもフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に処理する必要はなく、並列的あるいは個別に実行される処理（例えば、並列処理あるいはオブジェクトによる処理）も含むものである。また、プログラムは、1のCPUにより処理されるものであっても良いし、複数のCPUによって分散処理されるものであっても良い。また、本明細書において、システムとは、複数の装置により構成される装置全体を表すものである。

## 【0105】

また、上述した一連の処理（信号処理方法）は、ハードウェアにより実行することもできるし、ソフトウェアにより実行することもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行する場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ、または、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどに、プログラムが記録されたプログラム記録媒体からインストールされる。

## 【0106】

図15は、上述した一連の処理をプログラムにより実行するコンピュータのハードウェアの構成例を示すブロック図である。

## 【0107】

コンピュータにおいて、CPU（Central Processing Unit）101、ROM（Read Only Memory）102、RAM（Random Access Memory）103は、バス104により相互に接続され

10

20

30

40

50

ている。

#### 【 0 1 0 8 】

バス 1 0 4 には、さらに、入出力インタフェース 1 0 5 が接続されている。入出力インタフェース 1 0 5 には、キーボード、マウス、マイクロホンなどよりなる入力部 1 0 6、ディスプレイ、スピーカなどよりなる出力部 1 0 7、ハードディスクや不揮発性のメモリなどよりなる記憶部 1 0 8、ネットワークインタフェースなどよりなる通信部 1 0 9、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、或いは半導体メモリなどのリムーバブルメディア 1 1 1 を駆動するドライブ 1 1 0 が接続されている。

#### 【 0 1 0 9 】

以上のように構成されるコンピュータでは、CPU 1 0 1 が、例えば、記憶部 1 0 8 に記憶されているプログラムを、入出力インタフェース 1 0 5 及びバス 1 0 4 を介して、RAM 1 0 3 にロードして実行することにより、上述した一連の処理が行われる。

#### 【 0 1 1 0 】

コンピュータ (CPU 1 0 1) が実行するプログラムは、例えば、磁気ディスク (フレキシブルディスクを含む)、光ディスク (CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory)、DVD (Digital Versatile Disc) 等)、光磁気ディスク、もしくは半導体メモリなどよりなるパッケージメディアであるリムーバブルメディア 1 1 1 に記録して、あるいは、ローカルエリアネットワーク、インターネット、デジタル衛星放送といった、有線または無線の伝送媒体を介して提供される。

#### 【 0 1 1 1 】

そして、プログラムは、リムーバブルメディア 1 1 1 をドライブ 1 1 0 に装着することにより、入出力インタフェース 1 0 5 を介して、記憶部 1 0 8 にインストールすることができる。また、プログラムは、有線または無線の伝送媒体を介して、通信部 1 0 9 で受信し、記憶部 1 0 8 にインストールすることができる。その他、プログラムは、ROM 1 0 2 や記憶部 1 0 8 に、あらかじめインストールしておくことができる。

#### 【 0 1 1 2 】

なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

##### ( 1 )

同一の波長域の光を検出するとともに、隣接するセンサ素子が互いに異なる偏光方向の光を検出する複数のセンサ素子からなる検出領域を、前記波長域ごとに複数備えた検出部の出力に基づき、前記検出領域ごとに構成される画像から特徴点を検出する特徴点検出部と、

検出された前記特徴点に基づいて、前記検出領域ごとの画像をステッチし、前記検出部により取得可能な 1 枚分の画像よりも大きな画像を構築する画像処理部と

を備える信号処理装置。

##### ( 2 )

検査の対象となる検査対象物の表面における光の偏光状態を表す偏光パラメータを抽出する偏光パラメータ抽出部と、

前記偏光パラメータに基づいて、前記検査対象物の表面における鏡面反射成分を前記画像から除去する鏡面反射成分除去部と

をさらに備える上記 ( 1 ) に記載の信号処理装置。

##### ( 3 )

前記センサ素子は、前記偏光方向の数に応じた個数のセットごとに隣接して配置され、前記偏光パラメータ抽出部は、1 セットの前記センサ素子における前記偏光方向の違いに応じた前記センサ素子の出力の差に基づいて、前記偏光パラメータを抽出する

上記 ( 2 ) に記載の信号処理装置。

##### ( 4 )

前記偏光パラメータ抽出部により抽出された前記偏光パラメータをマッピングした画像から特徴点を検出する偏光パラメータ特徴点検出部

をさらに備え、

10

20

30

40

50

前記画像処理部は、前記偏光パラメータ特徴点検出部により検出された特徴点にも基づいて、前記検出領域ごとの画像をステッチする

上記(2)に記載の信号処理装置。

(5)

前記検出領域ごとに前記画像を分割する分割部

をさらに備える上記(1)から(4)までのいずれかに記載の信号処理装置。

(6)

前記偏光パラメータ抽出部により前記偏光パラメータが抽出された後に、前記分割部による前記検出領域ごとの分割が行われる

上記(5)に記載の信号処理装置。

10

(7)

前記分割部により前記画像が前記検出領域ごとに分割された後に、前記偏光パラメータ抽出部による前記偏光パラメータの抽出が行われる

上記(5)に記載の信号処理装置。

(8)

前記画像に対する解析を行う解析部と、

前記偏光パラメータ抽出部により前記偏光パラメータが抽出された後に、前記分割部による前記検出領域ごとの分割が行われる第1の処理、および、前記分割部により前記画像が前記検出領域ごとに分割された後に、前記偏光パラメータ抽出部による前記偏光パラメータの抽出が行われる第2の処理のいずれか一方を、前記解析部による解析結果に従って選択する処理選択部

20

をさらに備える上記(5)に記載の信号処理装置。

(9)

前記解析部は、取得可能な1枚分の画像を構成する画素値のヒストグラムを求めて、前記検出領域ごとに、特定の基準値よりも小さな前記画素値の個数を解析結果として求め、前記処理選択部は、

全ての前記検出領域において、特定の基準値よりも小さな前記画素値の個数が閾値以上である場合、前記第1の処理を選択し、

いずれかの前記検出領域において、特定の基準値よりも小さな前記画素値の個数が閾値未満である場合、前記第2の処理を選択する

30

上記(6)に記載の信号処理装置。

(10)

前記第1の処理では、前記偏光パラメータ抽出部により抽出された前記偏光パラメータに基づいて前記鏡面反射成分除去部により鏡面反射成分が除去された前記画像が、前記分割部により分割される

上記(8)または(9)に記載の信号処理装置。

(11)

前記第2の処理では、前記分割部により分割された前記画像から前記偏光パラメータ抽出部により抽出された前記偏光パラメータに基づいて、前記分割部により分割された前記画像ごとに前記鏡面反射成分除去部により鏡面反射成分が除去される

40

上記(8)または(9)に記載の信号処理装置。

(12)

同一の波長域の光を検出するとともに、隣接するセンサ素子が互いに異なる偏光方向の光を検出する複数のセンサ素子からなる検出領域を、前記波長域ごとに複数備えた検出部の出力に基づき、前記検出領域ごとに構成される画像から特徴点を検出し、

検出された前記特徴点に基づいて、前記検出領域ごとの画像をステッチし、前記検出部により取得可能な1枚分の画像よりも大きな画像を構築する

ステップを含む信号処理方法。

(13)

同一の波長域の光を検出するとともに、隣接するセンサ素子が互いに異なる偏光方向の

50



光を検出する複数のセンサ素子からなる検出領域を、前記波長域ごとに複数備えた検出部の出力に基づき、前記検出領域ごとに構成される画像から特徴点を検出し、

検出された前記特徴点に基づいて、前記検出領域ごとの画像をステッチし、前記検出部により取得可能な1枚分の画像よりも大きな画像を構築する

ステップを含む信号処理をコンピュータに実行させるプログラム。

(14)

行列状に配置された、同一の波長域の光を検出する複数のセンサ素子からなる検出領域を、前記波長域ごとに複数備え、

複数の前記センサ素子は、互いに異なる偏光方向の光を検出するセンサ素子が隣接するとともに、偏光方向の数からなるセットごとに配置される

検査装置。

10

(15)

前記検出領域は、第1の方向に沿って細長い矩形形状に形成され、

前記第1の方向に対して直交する第2の方向に沿って見たときに、前記検出装置により検出される全ての波長域の前記検出領域が、少なくとも1カ所以上に配置される

上記(14)に記載の検査装置。

(16)

前記第2の方向は、検査の対象となる検査対象物に対して相対的な移動が行われる移動方向である

上記(14)または(15)に記載の検査装置。

20

(17)

行方向および列方向に沿って見たときに、前記検出装置により検出される全ての前記検出領域が、少なくとも1カ所以上に配置される

上記(14)から(16)までのいずれかに記載の検査装置。

(18)

行方向に4個かつ列方向に4個で配置される少なくとも16個の前記センサ素子からなる前記検出領域が、それぞれの波長域の最小検出領域とされる

上記(14)から(17)までのいずれかに記載の検査装置。

(19)

前記センサ素子によって、少なくとも3方向以上の偏光方向の光が検出される

上記(14)から(18)までのいずれかに記載の検査装置。

30

(20)

赤色の波長領域の光を検出する前記検出領域、緑色の波長領域の光を検出する前記検出領域、青色の波長領域の光を検出する前記検出領域、および近赤外の波長領域の光を検出する前記検出領域

を備える上記(14)から(19)までのいずれかに記載の検査装置。

(21)

無偏光かつ全波長域の光を検出する検出領域

をさらに備える上記(14)から(20)までのいずれかに記載の検査装置。

(22)

無偏光、かつ、赤色の波長領域の光を検出するセンサ素子、緑色の波長領域の光を検出するセンサ素子、および青色の波長領域の光を検出するセンサ素子がベイヤ配列で配置された検出領域

をさらに備える上記(14)から(21)までのいずれかに記載の検査装置。

40

(23)

4方向の偏光方向の光を検出する4個の前記センサ素子を1セットとして、行×列が4×4となるように前記センサ素子が配置される

上記(14)から(22)までのいずれかに記載の検査装置。

(24)

前記センサ素子により検出された検出値に基づいて、1回に検出可能な大きさよりも広

50

い範囲の画像を生成する信号処理を行う信号処理部をさらに備える

上記(14)から(23)までのいずれかに記載の検査装置。

(25)

隣接するセンサ素子が互いに異なる偏光方向の光を検出する複数のセンサ素子からなり、同一の波長域の光を検出する検出領域を前記波長域ごとに複数備えた検出部の出力に基づき、前記検出領域ごとに構成される画像から特徴点を検出し、

検出された前記特徴点に基づいて、前記検出領域ごとの画像をステッチし、前記検出部により取得可能な1枚分の画像よりも大きな画像を構築する

ステップを含む信号処理方法。

(26)

隣接するセンサ素子が互いに異なる偏光方向の光を検出する複数のセンサ素子からなり、同一の波長域の光を検出する検出領域を前記波長域ごとに複数備えた検出部の出力に基づき、前記検出領域ごとに構成される画像から特徴点を検出し、

検出された前記特徴点に基づいて、前記検出領域ごとの画像をステッチし、前記検出部により取得可能な1枚分の画像よりも大きな画像を構築する

ステップを含む信号処理をコンピュータに実行させるプログラム。

【0113】

なお、本実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

【符号の説明】

【0114】

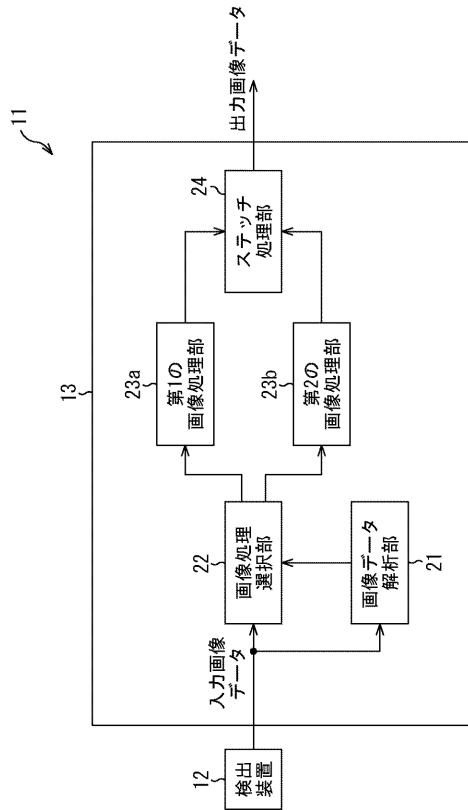
11 植生検査装置, 12 検出装置, 13 信号処理装置, 21 画像データ解析部, 22 画像処理選択部, 23a 第1の画像処理部, 23b 第2の画像処理部, 24 ステッチ処理部, 31aおよび31b 偏光パラメータ抽出部, 32aおよび32b 鏡面反射成分除去部, 33aおよび33b 画像分割部, 34aおよび34b 第1の特徴点検出部, 35aおよび35b 第2の特徴点検出部, 51 無人航空機

10

20

【 図 1 】

FIG. 1



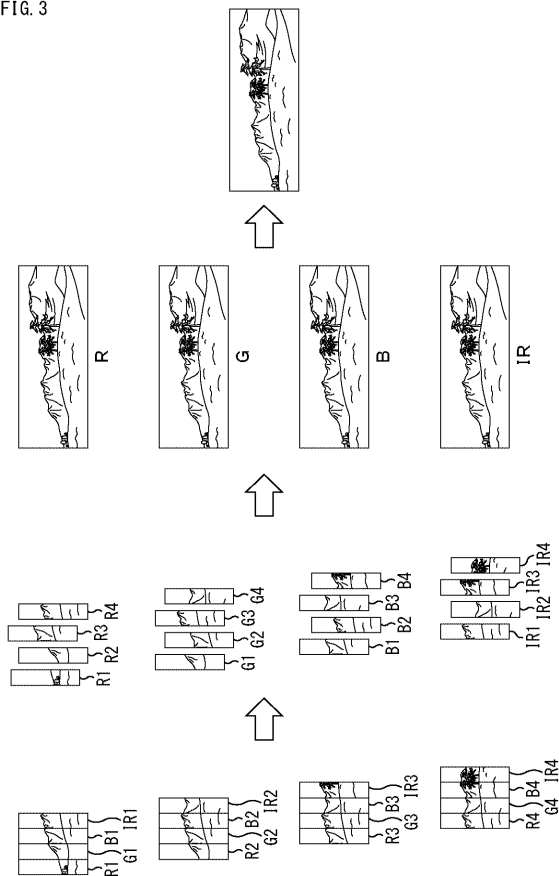
【 図 2 】

FIG. 2

[illegible]

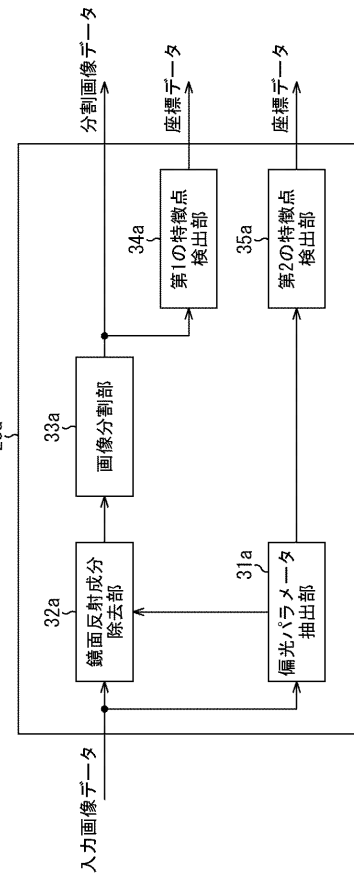
【 図 3 】

FIG. 3

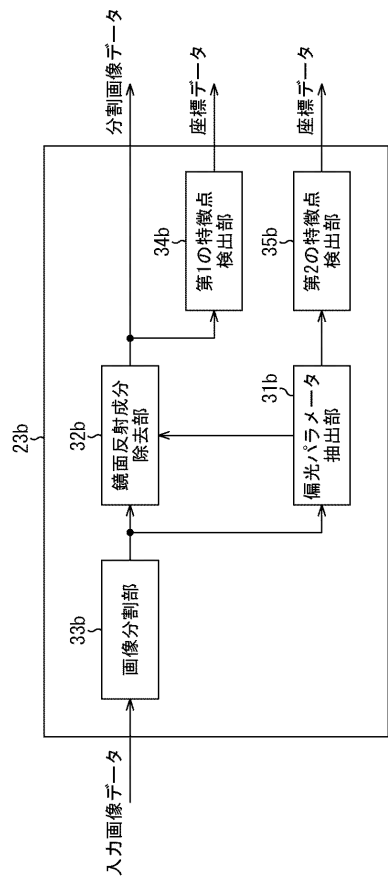


【 図 4 】

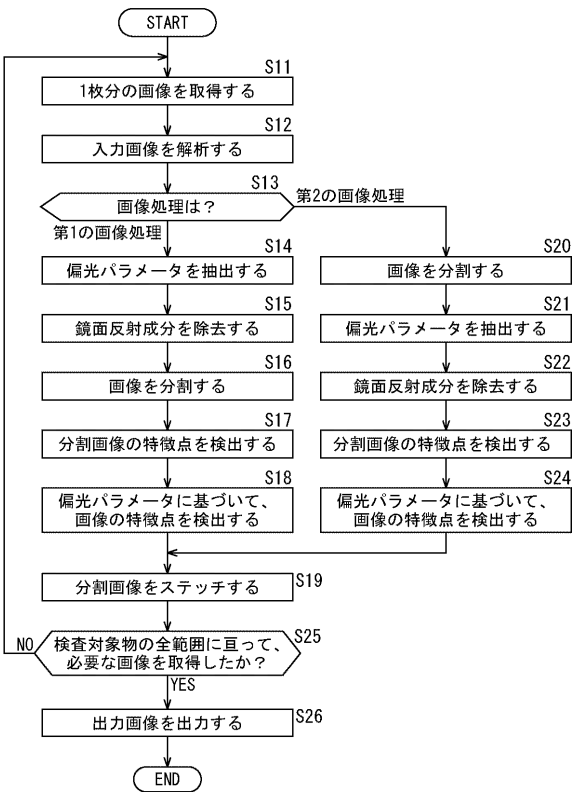
FIG. 4



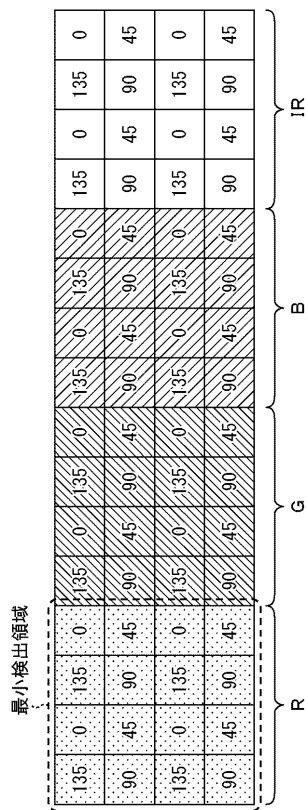
【図 5】  
FIG. 5



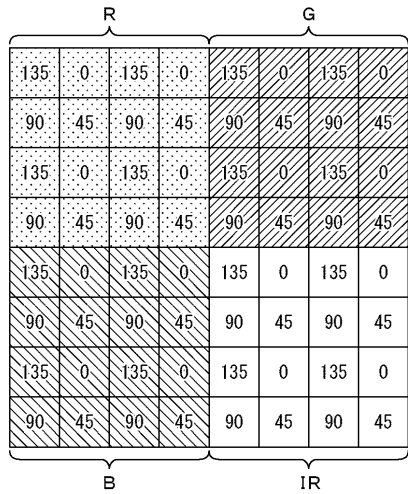
【図 6】  
FIG. 6



【図 7】  
FIG. 7

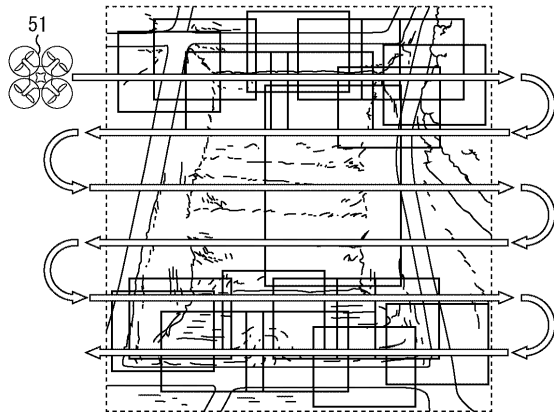


【図 8】  
FIG. 8

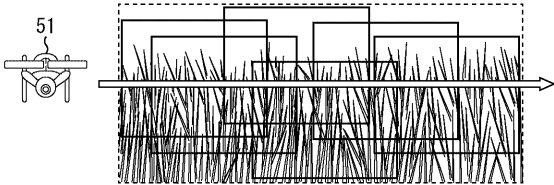




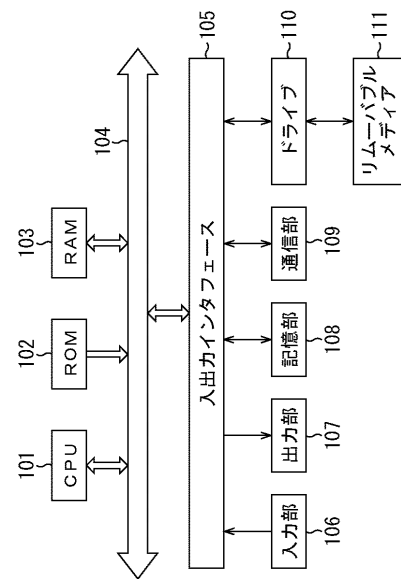
【図 13】  
FIG. 13



【図 14】  
FIG. 14



【図 15】  
FIG. 15



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
G 0 1 N 21/88 H

(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 5 / 1 6 9 8 7 5 ( W O , A 1 )  
特開 2 0 0 9 - 1 3 9 3 5 6 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 0 8 / 1 4 9 4 8 9 ( W O , A 1 )  
特開 2 0 1 6 - 1 2 7 3 6 5 ( J P , A )  
米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 0 4 6 8 5 3 ( U S , A 1 )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
H 0 4 N 5 / 2 2 5  
A 0 1 G 7 / 0 0  
G 0 1 N 2 1 / 2 7  
G 0 1 N 2 1 / 8 8  
H 0 4 N 5 / 2 3 2