

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7254440号

(P7254440)

(45)発行日 令和5年4月10日(2023.4.10)

(24)登録日 令和5年3月31日(2023.3.31)

(51)国際特許分類

G 0 6 T 7/90 (2017.01)

F I

G 0 6 T 7/90

B

請求項の数 15 (全12頁)

(21)出願番号	特願2017-205814(P2017-205814)	(73)特許権者	000001007
(22)出願日	平成29年10月25日(2017.10.25)		キヤノン株式会社
(65)公開番号	特開2019-79283(P2019-79283A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43)公開日	令和1年5月23日(2019.5.23)	(74)代理人	100110412
審査請求日	令和2年10月12日(2020.10.12)		弁理士 藤元 亮輔
審判番号	不服2022-13895(P2022-13895/J 1)	(74)代理人	100104628
審判請求日	令和4年9月6日(2022.9.6)		弁理士 水本 敦也
		(74)代理人	100121614
			弁理士 平山 倫也
		(72)発明者	佐野 大介
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
			キヤノン株式会社内
		(72)発明者	渡邊 武史
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
			キヤノン株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像処理装置、撮像装置、画像処理方法、および、プログラム

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

植物の画像における複数の画素領域のそれぞれの複数の色情報に基づいて、前記複数の画素領域に関する複数の第1葉色値を判定する第1判定手段と、

前記複数の第1葉色値に基づいて、前記画像における前記複数の画素領域を含む判定対象領域に関する第2葉色値を判定する第2判定手段と、を有することを特徴とする画像処理装置。

## 【請求項2】

前記第2判定手段は、前記複数の第1葉色値と、前記複数の第1葉色値に対応する前記画素領域の数との関係を示すヒストグラムに基づいて、前記第2葉色値を判定することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

10

## 【請求項3】

前記第2判定手段は、前記ヒストグラムの重心値、平均値、または最頻値を前記第2葉色値と判定することを特徴とする請求項2に記載の画像処理装置。

## 【請求項4】

前記複数の画素領域のそれぞれは、前記判定対象領域に含まれる一つの画素に相当することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項に記載の画像処理装置。

## 【請求項5】

前記第1判定手段は、前記判定対象領域に含まれる全ての画素のそれぞれに関して前記第1葉色値を判定することを特徴とする請求項4に記載の画像処理装置。

20

## 【請求項 6】

前記複数の画素領域のそれぞれは、前記判定対象領域に含まれる複数の画素を含む画素領域であり、

前記第 1 判定手段は、前記複数の画素のそれぞれの前記色情報の平均値に基づいて、前記複数の画素領域のそれぞれに関する前記第 1 葉色値を判定することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

## 【請求項 7】

前記第 1 判定手段は、第 1 分解能で前記第 1 葉色値を判定し、

前記第 2 判定手段は、前記第 1 分解能よりも高い第 2 分解能で前記第 2 葉色値を判定することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

10

## 【請求項 8】

前記色情報は、前記複数の画素領域のそれぞれの R、G、及び B の輝度値に関する情報であることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

## 【請求項 9】

前記第 1 判定手段は、フィルタ情報に基づく機械学習を利用して前記第 1 葉色値を判定することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

## 【請求項 10】

前記フィルタ情報は、前記複数の画素領域から前記植物に対応する画素領域以外の画素領域を除外するノイズフィルタを含むことを特徴とする請求項 9 に記載の画像処理装置。

## 【請求項 11】

前記第 1 判定手段は、更に前記複数の第 1 葉色値の確率を判定することを特徴とする請求項 9 または 10 に記載の画像処理装置。

20

## 【請求項 12】

前記第 2 判定手段は、ユーザにより指定された前記判定対象領域に応じて、前記第 2 葉色値を補正することを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載の画像処理装置。

## 【請求項 13】

撮像光学系により形成された植物の光学像を光電変換して画像データを出力する撮像素子と、

前記画像データに基づく画像における複数の画素領域のそれぞれの複数の色情報に基づいて、前記複数の画素領域に関する複数の第 1 葉色値を判定する第 1 判定手段と、

30

前記複数の第 1 葉色値に基づいて、前記画像における前記複数の画素領域を含む判定対象領域に関する第 2 葉色値を判定する第 2 判定手段と、を有することを特徴とする撮像装置。

## 【請求項 14】

第 1 判定手段により、植物の画像における複数の画素領域のそれぞれの複数の色情報に基づいて、前記複数の画素領域に関する複数の第 1 葉色値を判定するステップと、

第 2 判定手段により、前記複数の第 1 葉色値に基づいて、前記画像における前記複数の画素領域を含む判定対象領域に関する第 2 葉色値を判定するステップと、を有することを特徴とする画像処理方法。

## 【請求項 15】

40

植物の画像における複数の画素領域のそれぞれの複数の色情報に基づいて、前記複数の画素領域に関する複数の第 1 葉色値を判定するステップと、

前記複数の第 1 葉色値に基づいて、前記画像における前記複数の画素領域を含む判定対象領域に関する第 2 葉色値を判定するステップと、をコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、撮影画像の色情報に基づいて葉色判定を行う撮像装置に関する。

## 【背景技術】

50

## 【 0 0 0 2 】

従来、水稻などの植物の生育状態を判定する技術の一つとして、葉色判定技術が知られている。葉色判定は、葉色板と呼ばれる色基準板を用いて植物の葉色の数値（葉色値）を判定する技術である。特許文献 1 には、撮影画像データの所定範囲における各画素の R G B の各値および G r a y の値のそれぞれの平均値等の代表値を用いて葉色値を求めるシステムが開示されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【 0 0 0 3 】

【文献】特開 2 0 1 7 - 1 2 1 3 8 号公報

10

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 4 】

しかしながら、特許文献 1 に開示されたシステムでは、平均値等の代表値を用いて葉色値を求めるため、葉色判定の精度および分解能が十分ではない。また、このシステムにおいて、葉色判定の分解能を向上させるために葉色値の判定指標を細分化すると、葉色判定の精度が低下するとともに、計算負荷がかかりシステムが煩雑化する。

## 【 0 0 0 5 】

そこで本発明は、簡易に高精度および高分解能な葉色判定を実現することが可能な画像処理装置、撮像装置、画像処理方法、および、プログラムを提供することを目的とする。

20

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 6 】

本発明の一側面としての画像処理装置は、植物の画像における複数の画素領域のそれぞれの複数の色情報に基づいて、前記複数の画素領域に関する複数の第 1 葉色値を判定する第 1 判定手段と、前記複数の第 1 葉色値に基づいて、前記画像における前記複数の画素領域を含む判定対象領域に関する第 2 葉色値を判定する第 2 判定手段と、を有する。

## 【 0 0 0 7 】

本発明の他の側面としての撮像装置は、撮像光学系により形成された光学像を光電変換して画像データを出力する撮像素子と、前記画像処理装置とを有する。

## 【 0 0 0 8 】

30

本発明の他の側面としての画像処理方法は、第 1 判定手段により、植物の画像における複数の画素領域のそれぞれの複数の色情報に基づいて、前記複数の画素領域に関する複数の第 1 葉色値を判定するステップと、前記複数の第 1 葉色値に基づいて、前記画像における前記複数の画素領域を含む判定対象領域に関する第 2 葉色値を判定するステップと、を有する。

## 【 0 0 0 9 】

本発明の他の側面としてのプログラムは、前記画像処理方法をコンピュータに実行させる。

## 【 0 0 1 0 】

本発明の他の目的及び特徴は、以下の実施形態において説明される。

40

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 1 】

本発明によれば、簡易に高精度および高分解能な葉色判定を実現することが可能な画像処理装置、撮像装置、画像処理方法、および、プログラムを提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 1 2 】

【図 1】第 1 の実施形態における画像処理装置のブロック図である。

【図 2】第 1 の実施形態における画像処理方法のフローチャートである。

【図 3】第 1 の実施形態における画像処理方法の説明図である。

【図 4】第 2 の実施形態における画像処理システムの構成図である。

50

【図 5】第 3 の実施形態における撮像装置のブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0014】

(第 1 の実施形態)

まず、図 1 乃至図 3 を参照して、本発明の第 1 の実施形態における画像処理装置および画像処理方法について説明する。図 1 は、画像処理装置 10 のブロック図である。図 2 は、画像処理方法のフローチャートである。図 3 は、画像処理方法の説明図である。

【0015】

図 1 に示されるように、画像処理部 104 は、取得手段 104a、第 1 判定手段 104b、および、第 2 判定手段 104c を有し、図 2 および図 3 に示される画像処理方法（画像処理プログラム）を実行する。取得手段 104a は、画像（撮影画像）20 を取得する。第 1 判定手段 104b は、画像 20 に含まれる複数の第 1 領域（画素 22）のそれぞれの色情報に基づいて、複数の第 1 領域のそれぞれに関する複数の葉色値（第 1 色値、第 1 葉色値）112 を判定する。第 2 判定手段は、複数の葉色値 112 に基づいて、複数の第 1 領域（画素 22）を含む第 2 領域（判定対象領域 21）に関する葉色値（第 2 色値、第 2 葉色値）130 を判定する。

【0016】

まず、図 2 のステップ S1 において、画像処理装置 10 は、ユーザの操作に応じて、画像の判定対象領域（第 2 領域）21 を設定する。なお画像処理装置 10 は、所定のアルゴリズムに従って画像の判定対象領域 21 を自動的に設定してもよい。本実施形態において、判定対象領域 21 は、図 3 に示されるように画像 20 中において水稻が含まれる領域である。このため、判定対象領域 21 には水稻の色情報を有する複数の画素 22 が含まれている。

【0017】

続いてステップ S2 において、画像処理装置 10 の取得手段 11 は、画素 22 のそれぞれの色情報を取得する。なお本実施形態において、色情報は各画素 22 の赤色（R）、緑色（G）、青色（B）に関する情報（輝度値 111）であるが、これに限定されるものではなく、他の色情報を用いてもよい。

【0018】

続いてステップ S3 において、画像処理装置 10 の第 1 判定手段 12 は、画素 22 の葉色値（第 1 葉色値）112 を判定する。本実施形態において、第 1 判定手段 12 は、ステップ S1 にて設定された判定対象領域 21 に含まれる全ての画素 22 のそれぞれに関して葉色値 112 を判定する。なお本実施形態において、第 1 判定手段 12 は、複数の第 1 領域として複数の画素 22 のそれぞれの色情報を取得する（すなわち、複数の第 1 領域のそれぞれは、第 2 領域に含まれる一つの画素 22 に相当する）が、これに限定されるものではない。複数の第 1 領域は、第 2 領域に含まれる複数の画素を含む画素領域（すなわち、第 1 領域は複数の画素を含む領域）であってもよい。この場合、第 1 判定手段 12 は、複数の画素のそれぞれの色情報の平均値に基づいて、複数の画素領域のそれぞれに関する複数の葉色値 112 を判定することができる。

【0019】

続いてステップ S4 において、画像処理装置 10 の第 2 判定手段 13 は、判定対象領域（第 2 領域）21 の葉色値（第 2 葉色値）130 を判定する。葉色値 130 は、画像処理装置 10 から最終的に出力される判定対象領域 21 の葉色値である。このとき第 2 判定手段 13 は、複数の第 1 葉色値（葉色値 112）と、複数の第 1 葉色値のそれぞれに対応する第 1 領域の数（判定対象領域 21 に含まれる画素 22 の数）との関係を示すヒストグラム（頻度算出結果）120 を作成する。ヒストグラム 120 は、横軸が第 1 葉色値（第 1 判定手段 12 により判定される葉色値の範囲、本実施形態では、葉色値 1～9 が設定されている）、縦軸が頻度（各葉色値を示す画素 22 の数）を示している。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 0 】

そして第 2 判定手段 1 3 は、ヒストグラム 1 2 0 に基づいて、第 2 葉色値（最終的に出力される葉色値 1 3 0）を判定する。本実施形態において、第 2 判定手段 1 3 は、ヒストグラム 1 2 0 の重心値を第 2 葉色値と判定する。重心値とは、各葉色値とその葉色値を示す画素の数との乗算値を全ての葉色値に関して加算し、その加算値を全画素数で除算して得られた値に相当する。ただし本実施形態は、これに限定されるものではなく、第 2 判定手段 1 3 は、ヒストグラム 1 2 0 の平均値や最頻値など、ヒストグラム 1 2 0 に基づいて決定された値を第 2 葉色値としてもよい。

## 【 0 0 2 1 】

本実施形態において、第 1 判定手段 1 2 は、撮像装置で取得された画像 2 0 の各画素 2 2 の色情報を用いて葉色値（第 1 葉色値）1 1 2 を導出することができる。第 1 判定手段 1 2 は、主成分分析、検量線による解析、ニューラルネットワーク、または、機械学習などを用いて葉色値 1 1 2 を判定することが可能である。本実施形態では、特に機械学習を用いることが好ましい。機械学習とは、取得情報を正解情報と紐づけてラベリングし、機械の学習ツールに適用させるものである。機械が取得情報をどのように結合したら正解に結び付くかに関するフィルタ情報を自動的に形成することで、取得情報を正解情報に結び付ける手法である。フィルタ情報は、事前に学習され、画像処理装置 1 0 に保持しておくことができる。この手法では、取得情報と正解情報の組み合わせを十分に用意すれば精度を上げることが可能である。このため、例えば環境条件や照明条件が変わり、輝度値 1 1 1 が変化してもロバストに葉色値 1 1 2 を評価することが可能である。このように第 1 判定手段 1 2 は、事前に学習したフィルタ情報に基づく機械学習を利用して葉色値 1 1 2 を判定することができる。

## 【 0 0 2 2 】

好ましくは、第 1 判定手段 1 2 が利用するフィルタ情報は、葉色値 1 1 2 以外に空や土などの葉色以外のノイズを判定するノイズフィルタを含む。これにより、第 2 判定手段 1 3 が空や土などを除く葉色値のみを対象として葉色値 1 3 0 の判定を行うことができる。例えば、画角内で高密度な写真がある場合、部分的に土、水、または空などが写り込むことがあり得る。そのような物体を「葉色値」として判定すると、その後の第 2 判定手段 1 3 による判定結果に誤差が生じる可能性がある。このため、ノイズフィルタを設けることにより、水稻以外の物体であることが明らかな物体に関する色情報を判定対象から除外することにより、より高精度な判定結果を得ることができる。

## 【 0 0 2 3 】

このように本実施形態において、画素 2 2 に関する葉色判定を行う第 1 判定手段 1 2 とは別に、画像 2 0 の判定対象領域 2 1 のヒストグラム 1 2 0 を利用して葉色値 1 3 0 を判定する第 2 判定手段 1 3 を有する。画像 2 0 内の画素 2 2 の葉色値だけでなく、判定対象領域 2 1 のヒストグラム 1 2 0 を用いて最終的な葉色値 1 3 0 が算出される。画像 2 0 の少なくとも一部である判定対象領域 2 1 を設定することにより、群落における葉色値 1 3 0 を取得することが可能である。また葉色値は、一般的に、葉色板を用いて人の眼で主観的に評価される。判定対象領域 2 1 における厳密な葉色値は、輝度値 1 1 1 に基づいて判定される葉色値 1 1 2 ではなく、第 2 判定手段 1 3 による判定対象領域 2 1 の判定結果のほうがより正確な値となる。

## 【 0 0 2 4 】

本実施形態において、第 2 判定手段 1 3 は、第 1 判定手段 1 2 による判定結果に基づいてヒストグラム 1 2 0 を作成し、最終的に葉色値 1 3 0 を決定する。暫定的な葉色値（第 1 葉色値）1 1 2 を判定した後に最終的な葉色値（第 2 葉色値）1 3 0 を決定することにより、判定対象領域 2 1 における物体の葉色値をより高精度に評価することができる。なお、本実施形態の順序とは逆に、第 1 判定手段 1 2 は、輝度値 1 1 1 に関するヒストグラム 1 2 0 の作成後に葉色判定を行ってもよい。この場合、演算回数が少なくなり負荷が軽くなるため、高速処理に適している。本実施形態はどちらの順序でもよいが、より高精度に葉色値を判定しようとする場合、前者が適している。

## 【 0 0 2 5 】

画像 2 0 は、撮像レンズ（撮像装置）による透過率変化や画角に対するヴィネッティングにより輝度値が変化するという撮像装置由来の特徴がある。そこで本実施形態では、判定対象領域 2 1 を指定することにより画素 2 2 の場所を特定し、輝度値 1 1 1 の値または葉色値 1 1 2 の値を補正することが好ましい。特にヴィネッティングは、撮像レンズに合わせて変化量が決まっており、画像 2 0 の判定対象領域 2 1 の場所に応じてどの程度変化するかが決まっている。また、本実施形態で対象としている葉色値 1 1 2 は、分光分布のみならず、光量の絶対値によっても変化する。このため、光量の変化がそのまま葉色値のずれに影響するため、判定対象領域 2 1 の指定に合わせて補正を行うこととにより、より高精度に葉色値 1 1 2 を判定することが可能となる。

10

## 【 0 0 2 6 】

また、判定対象領域 2 1 に関して葉色値 1 3 0 を判定することは、葉色値の分解能を向上させるために効果的である。ここで、葉色値を小数点以下で評価したい場合を例に挙げる。第 1 判定手段 1 2 を用いて葉色値を高分解能で判定しようとする場合、輝度値 1 1 1 から葉色値 1 1 2 を判定する判定基準を高い精度で持つ必要がある。このような条件では、前述した機械学習ではそれに応じた学習データを十分に用意する必要があり、または、天候や環境に応じた変化に対して高精度に補正する必要がある。一方、第 2 判定手段 1 3 を用いる場合、第 1 判定手段 1 2 では葉色をざっくりと認識するレベルにし、第 2 判定手段 1 3 を用いて判定対象領域 2 1 の頻度に合わせて葉色値 1 3 0 を評価することで高い分解能での算出が可能となる。このようにして判定された葉色値 1 3 0 は、前述した第 1 判定手段 1 2 の判定基準を細かくする必要がない。また、第 2 判定手段 1 3 を用いるため、第 1 判定手段 1 2 の判定基準を細かく設定したツールと最終出力がそれほど変わらないというメリットがある。これは、最終的に第 2 判定手段 1 3 で平均化処理に近い処理を行うため、平均化前の情報の細かさはそれほど影響を与えないためである。

20

## 【 0 0 2 7 】

また本実施形態では、第 1 判定手段 1 2 が機械学習を利用する場合、第 1 判定手段 1 2 は、葉色値とともに、その確率を判定（出力）することができる。機械学習では、最終的な出力値を判定する前に回答の「確からしさ」を出力することが一般的である。第 1 判定手段 1 2 は、例えば、輝度値 1 1 1 に対し、葉色値 3 である確率は 2 5 %、葉色値 4 である確率は 4 0 %、葉色値 5 である確率は 2 0 % というような形で確率を出力する。第 1 判定手段 1 2 の最終的な判定結果としては、最大の確率を示す葉色値 4 を出力することが一般的であるが、葉色値 4 は 4 0 % という確率情報も含めて出力してもよい。この場合、第 1 判定手段 1 2 は、判定対象領域 2 1 内の各画素 2 2 に関して、各画素 2 2 の葉色値とともにその確率を決定して第 2 判定手段 1 3 へ出力する。このため第 2 判定手段 1 3 は、判定対象領域 2 1 内の頻度だけでなく、画素 2 2 内の頻度も加味して判定結果を算出することができる。これにより第 2 判定手段 1 3 は、判定対象領域 2 1 における葉色の分布だけでなく、画素 2 2 の葉色の確からしさを含めて葉色判定を行うことができ、より高精度の葉色値 1 3 0 を決定することが可能となる。

30

## 【 0 0 2 8 】

本実施形態では、可視光を撮像する撮像装置を用いて葉色値 1 1 2 を取得するが、これに限定されるものではなく、不可視光である紫外光や赤外光を利用して葉色値 1 1 2 を取得することも可能である。例えば、近赤外光を用いた規格化植生指数（NDVI: Normalized Difference Vegetation Index）と葉色値との相関が高いが知られている。このため、撮像装置から取得した NDVI を利用して葉色値を判定することができる。

40

## 【 0 0 2 9 】

（第 2 の実施形態）

次に、図 4 を参照して、本発明の第 2 の実施形態における画像処理システム（画像処理装置）について説明する。図 4 は、本実施形態における画像処理システム 8 0 の構成図である。画像処理システム 8 0 は、画像処理装置 8 1（情報処理装置としてのハードウェア

50

）、表示装置 8 2（モニタ）、および、入力装置 8 3（キーボードなどの入力手段）を備えて構成される。本実施形態は、第 1 の実施形態の画像処理方法を画像処理システム 8 0（パソコンのソフトウェア）上で動作させる場合について説明する。本実施形態の画像処理装置 8 1 は、図 1 を参照して説明した画像処理装置 1 0 の取得手段 1 1、第 1 判定手段 1 2、および、第 2 判定手段 1 3 の各機能を有する。

#### 【0030】

まず、第 1 の実施形態の画像処理方法を画像処理装置 8 1 において動作させるため、画像処理方法を実行するソフトウェア（画像処理プログラム）を画像処理装置 8 1（パソコン）にインストールし、画像処理装置 8 1 の記憶部（不図示）に格納する。また、事前に学習した機械学習やニューラルネットワークに関するデータを、画像処理装置 8 1 に設けられた記憶部の所定のフォルダに格納する。機械学習やニューラルネットワークに関するデータは、CD-ROM や DVD-ROM などのメディア 8 4（記憶媒体）からインストールすることができる。または、これらのデータおよびそのデータを利用して動作するソフトウェアを、ネットワーク（インターネット）を介してダウンロードしてインストールしてもよい。

10

#### 【0031】

次に、画像処理装置 8 1 は、インストールが完了したソフトウェアを起動し、撮影画像に対して画像処理を行う。画像処理装置 8 1 は、様々な撮影時の条件（撮影条件）に関する情報を Exif 情報などから自動的に取得して、画像処理を行う。ユーザは、表示装置 8 2 により画像処理後の画像を確認しつつ、種々の設定の変更ができることが好ましい。例えばユーザは、表示装置 8 2 上で第 2 葉色値を取得する対象となる領域を指定または変更することができる。画像処理の具体的説明については、第 1 の実施形態にて詳述したため省略する。

20

#### 【0032】

（第 3 の実施形態）

次に、図 5 を参照して、本発明の第 3 の実施形態における撮像装置の概略構成について説明する。図 5 は、本実施形態における撮像装置 1 0 0 のブロック図である。撮像装置 1 0 0 は、第 1 の実施形態の画像処理方法を実行可能な画像処理部 1 0 4（画像処理装置）を備えている。

#### 【0033】

撮像装置 1 0 0 において、被写体（不図示）は、絞り 1 0 1 a（または遮光部材）およびフォーカスレンズ 1 0 1 b を含む撮像光学系 1 0 1（光学系）を介して撮像素子 1 0 2 に結像する。本実施形態において、撮像光学系 1 0 1 は、撮像素子 1 0 2 を有する撮像装置本体に着脱可能な交換レンズ（レンズ装置）である。ただし本実施形態は、これに限定されるものではなく、撮像装置本体と撮像光学系 1 0 1 とが一体的に構成された撮像装置にも適用可能である。

30

#### 【0034】

絞り値（F 値）は、絞り 1 0 1 a または遮光部材により決定される。撮像素子 1 0 2 は、撮像光学系 1 0 1 を介して形成された被写体像（光学像）を光電変換して画像データを出力する。撮像素子 1 0 2 から出力された画像データ（電気信号）は、A/D 変換器 1 0 3 に出力される。A/D 変換器 1 0 3 は、撮像素子 1 0 2 から入力された電気信号（アナログ信号）をデジタル信号に変換し、デジタル信号（撮影画像）を画像処理部 1 0 4 に出力する。なお、撮像素子 1 0 2 および A/D 変換器 1 0 3 により、撮像光学系 1 0 1 により形成された光学像（被写体像）を光電変換して撮影画像を出力する撮像手段が構成される。

40

#### 【0035】

画像処理部 1 0 4 は、A/D 変換器 1 0 3 から出力されたデジタル信号（撮像素子 1 0 2 から出力された画像データに基づいて生成された画像）に対して、状態検知部 1 0 7 および記憶部 1 0 8 の各情報を用いて所定の画像処理を行う。画像処理部 1 0 4 は、取得手段 1 0 4 a、第 1 判定手段 1 0 4 b、および、第 2 判定手段 1 0 4 c を有する。

50

## 【 0 0 3 6 】

取得手段 1 0 4 a は、画像（撮像光学系 1 0 1 により形成された画像データに基づく画像、すなわち撮影画像）を取得する。第 1 判定手段 1 0 4 b は、画像に含まれる複数の第 1 領域のそれぞれの色情報に基づいて、複数の第 1 領域のそれぞれに関する複数の第 1 葉色値を判定する。第 2 判定手段は、複数の第 1 葉色値に基づいて、複数の第 1 領域を含む第 2 領域に関する第 2 葉色値を判定する。

## 【 0 0 3 7 】

記憶部 1 0 8（記憶手段）は、画像処理部 1 0 4 が画像処理（画素分類処理）を行う際に用いる機械学習に関するフィルタ情報などのデータを記憶している。ただし本実施形態において、機械学習に関するフィルタ情報などのデータを、画像処理部 1 0 4 の外部に設けられた記憶部 1 0 8 に代えて、画像処理部 1 0 4 の内部メモリに記憶させてもよい。

10

## 【 0 0 3 8 】

状態検知部 1 0 7 は、撮影時の撮影条件（撮影時刻、焦点距離、F 値、撮影距離、および、像高など）に関する情報を取得する。システムコントローラ 1 1 0 は、撮影条件に関する情報を画像（撮影画像）に付加し、記憶部 1 0 8 または画像記録媒体 1 0 9 に記憶させる。システムコントローラ 1 1 0 は、画像処理部 1 0 4、表示部 1 0 5、撮像光学系制御部 1 0 6、状態検知部 1 0 7、および、画像記録媒体 1 0 9 を制御する。撮像光学系制御部 1 0 6 は、撮像光学系 1 0 1 の動作を制御する。状態検知部 1 0 7 は、撮像光学系制御部 1 0 6 により得られた情報から撮像光学系 1 0 1 の状態を検知する。撮影後に画像記録媒体 1 0 9 から所望の画像が選択されると、画像処理部 1 0 4 はその画像に対して第 1 の実施形態の画像処理を行うことができる。

20

## 【 0 0 3 9 】

また、撮像光学系 1 0 1 や撮像素子 1 0 2 により、取得される情報の輝度が変化することが分かっている。特に画像 2 0 の場所により、撮像光学系 1 0 1 の口径食や撮像素子 1 0 2 の入射角特性によって、輝度が低下する現象が見られる。一方、葉色値は色度が大きく変化せずに輝度で判定結果が変化することが分かっている。つまり、判定対象となる葉色は輝度が支配的に効いているのに対し、画像 2 0 を取得する撮像光学系 1 0 1 や撮像素子 1 0 2 によって輝度は変化してしまうという大きな課題がある。

## 【 0 0 4 0 】

前述したように機械学習によって葉色値判定を行う場合、撮像光学系 1 0 1 や撮像素子 1 0 2 の影響を画像空間的に加味して解析することは難しい。一方、出力された画像 2 0 の領域ごとに、輝度がどの程度変化するかは既知で分かっている。そこで各実施形態では、ユーザにより指定された第 2 領域に応じて、第 2 葉色値を補正することが好ましい。特に画像 2 0 の周辺に行くに応じて輝度が下がる現象を考慮し、画像 2 0 の周辺に行くにつれて葉色値が高く判定される現象を補正する。これにより、簡易的ではあるが画像 2 0 内の葉色の分布を高精度に補正することが可能となる。なお各実施形態では、口径食、斜入射特性による輝度変化の影響を考慮するが、葉色値の判定に影響を与える現象であればこれに限定されるものではない。

30

## 【 0 0 4 1 】

（その他の実施形態）

40

本発明は、上述の実施形態の 1 以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける 1 つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1 以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によっても実現可能である。

## 【 0 0 4 2 】

各実施形態によれば、簡易に高精度および高分解能な葉色判定を実現することが可能な画像処理装置、撮像装置、画像処理方法、および、プログラムを提供することができる。

## 【 0 0 4 3 】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

50



## 【 0 0 4 4 】

例えば各実施形態は、植物の葉に関する色値である葉色値に限定されるものではなく、花や実などの色値にも適用可能である。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 4 5 】

- 1 0 画像処理装置
- 1 2 第 1 判定手段
- 1 3 第 2 判定手段

10

20

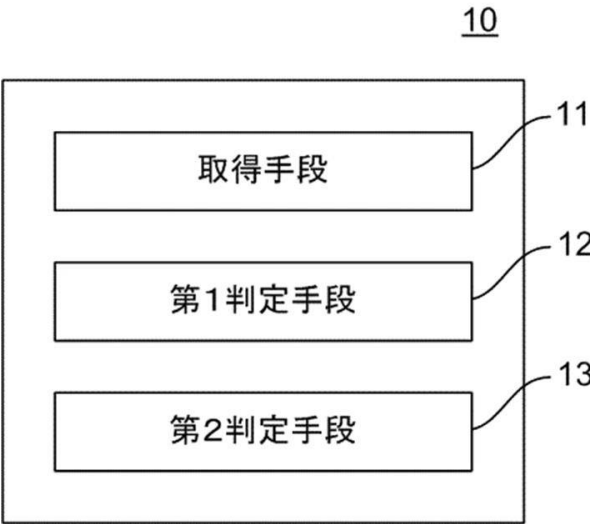
30

40

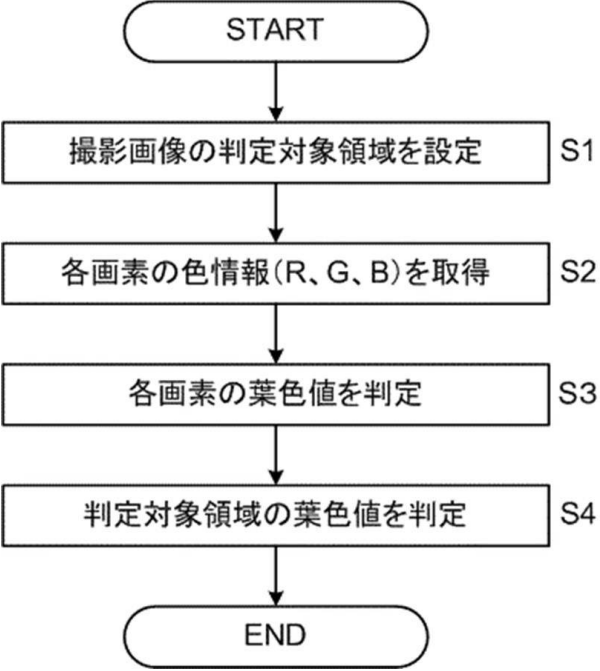
50

【図面】

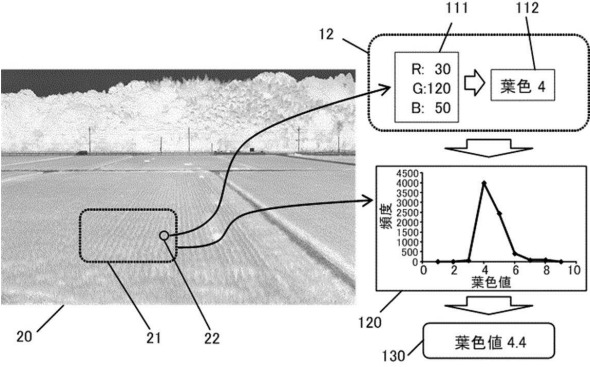
【図 1】



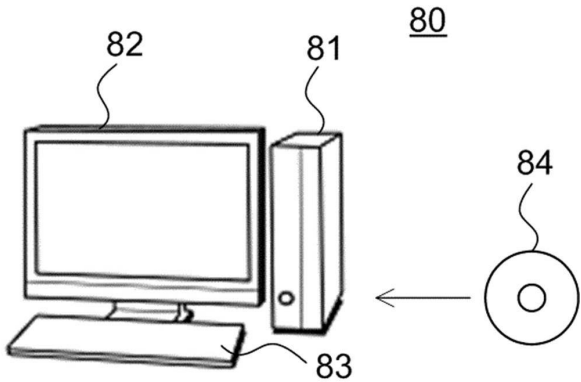
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

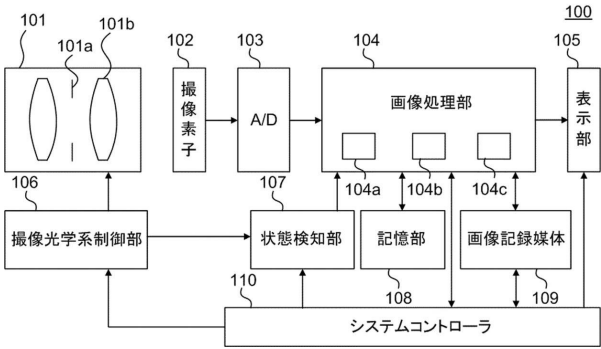
20

30

40

50

【図 5】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

合議体

審判長 畑中 高行

審判官 木方 庸輔

審判官 千葉 輝久

- (56)参考文献 特開 2017 - 125705 (JP, A)  
特開 2003 - 143959 (JP, A)  
特開平 8 - 116790 (JP, A)  
特開 2017 - 146840 (JP, A)  
特開 2006 - 343977 (JP, A)  
特開 2004 - 234409 (JP, A)  
特開 2017 - 59220 (JP, A)  
YONG-MEI ZHOU, et al., "A BP Neural Network -  
based color space quantization scheme", 2008  
International Conference on Machine Learning  
and Cybernetics, IEEE, 2008年, <URL: <http://ieeexplore.ieee.org/document/4620863>>  
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
G06T 7/00 - 7/90