

明 細 書

発明の名称：

合焦位置調整装置、合焦位置調整システム、プログラム、および合焦位置調整方法

技術分野

[0001] 本発明は、合焦位置調整装置、合焦位置調整システム、プログラム、および合焦位置調整方法に関する。

本願は、2016年09月30日に日本に出願された特願2016-193638号について優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 高速道路等の料金所には、車両が備えるナンバープレートを撮影して車両番号を認識する車両番号認識装置が設けられる。車両番号認識装置を設置するとき、車両番号認識装置が備えるカメラをナンバープレートに合焦させる必要がある。手動で合焦させる場合、合焦の精度が調整員の能力に依存するため、車両番号認識装置の認識率が安定しない可能性がある。認識率を安定させる方法として、光学系と素子との間の距離である像距離または光学系の焦点距離を設定可能な全ての値に設定して画像を撮影することで、最も明瞭な画像を撮影できる値、すなわち合焦位置を探索する方法が挙げられるが、合焦位置の探索に時間がかかる問題がある。

[0003] 合焦位置の探索方法として、山登り方式（山登り法）が知られている（例えば、特許文献1を参照）。山登り方式とは、像距離を光軸方向に徐々に変更しながら撮影することで、撮影された画像のエッジの強さを示す評価値（すなわちシャープネス）がピークとなる像距離を探索する方法である。山登り方式を用いることで、（ピーク位置さえ見つければ、それ以上の合焦調整は不要となるため）光学系または素子の移動量を抑えつつ、合焦位置を探索することができる。すなわち、合焦位置の探索にかかる時間を抑えることができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2008-170507号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] エッジの強さを示す評価値としては、一般的に、隣接する画素との濃度の差である微分値（例えば、一階微分値、二階微分値）が用いられる。しかしながら、カメラがナンバープレートなどの2色の明瞭な（2色に明確に分かれた）模様を有する被写体を撮影する場合において、カメラの像距離と微分値に基づく評価値との関係をグラフに表すと、評価値が極大となる点が2つ以上出現することがある。そのため、微分値に基づく評価値に基づいて山登り方式により合焦位置を探索すると、合焦位置とは異なる別の局所的なピークの位置を合焦位置と誤認識してしまうなど、適切でない結果が導き出されてしまう可能性がある。

本発明の目的は、合焦位置の探索にかかる時間を抑えつつ、適切な合焦位置を探索することができる合焦位置調整装置、合焦位置調整システム、プログラム、および合焦位置調整方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の第1の態様によれば、合焦位置調整装置（11）は、撮影方向が所定の撮影目標位置に向いたカメラ（150）の合焦のために前記カメラの光学系と前記カメラの素子との間の像距離または前記光学系の焦点距離を調整する合焦調整部（113）と、前記合焦調整部が前記像距離または前記焦点距離を調整するたびに、前記カメラが撮影する画像のうち、前記撮影目標位置に設けられ複数の色で構成された模様を有する調整用部材（12）が写る範囲である調整範囲について、当該調整範囲に含まれる画素の濃度の標準偏差に対して単調増加する評価値を算出する評価部（114）と、前記評価部が算出する前記評価値の変化に基づいて、前記カメラの合焦位置を決定す

る合焦位置決定部（１１６）とを備え、前記合焦調整部が、前記光学系に対する前記素子または焦点の相対位置を前記撮影方向の第１側から前記撮影方向の第２側へ向けて変更することで前記像距離を調整する。

カメラの像距離と画素の濃度の標準偏差との関係をグラフに表すと、カメラの撮影条件によらず標準偏差が極大となる点が１つ出現する。そのため、第１の態様に係る合焦位置調整装置は、合焦位置の探索にかかる時間を抑えつつ、適切な合焦位置を探索することができる。

[0007] 本発明の第２の態様によれば、第１の態様に係る合焦位置調整装置は、前記調整範囲に含まれる画素の平均濃度と、前記調整用部材の模様を構成する前記色の割合に応じた濃度との差が所定値以内になるように、前記カメラの撮影条件を調整する条件調整部（１１２）をさらに備え、前記評価部が、前記条件調整部が前記撮影条件を調整した後に前記評価値を算出する。

調整範囲に含まれる画素の平均濃度は、カメラが調整用部材に合焦している場合と合焦していない場合とで有意な差がない。そのため、第２の態様に係る合焦位置調整装置は、カメラの合焦位置を調整する前に、撮影条件を適切に調整することができる。

[0008] 本発明の第３の態様によれば、第１または第２の態様に係る合焦位置調整装置は、前記合焦調整部が、前記評価部が算出する前記評価値が減少するまで、前記相対位置を前記撮影方向の第１側から前記撮影方向の第２側へ向けて第１の距離ずつ変更し、前記評価部が算出する前記評価値が前回より減少したときに、前記相対位置を前記撮影方向の第２側から前記撮影方向の第１側へ向けて、第１の距離より短い第２の距離ずつ変更する。

つまり、第３の態様に係る合焦位置調整装置は、まず第１側から第２側へ向けて合焦位置を探索し、評価値が増加から減少に転じたときに、探索方向を逆転し、より細かな精度で合焦位置を再度探索する。これにより、第３の態様に係る合焦位置調整装置は、合焦位置の探索にかかる時間を抑えることができる。

[0009] 本発明の第４の態様によれば、第１から第３の何れかの態様に係る合焦位

置調整装置は、前記合焦調整部が、前記相対位置を設定可能な位置のうち最も前記撮影方向の第1側に近い位置に変更した後に、前記相対位置を前記撮影方向の第2側へ向けて変更する。

つまり、第4の態様に係る合焦位置調整装置は、光学系と素子または光学系と焦点の相対位置として設定可能な位置のうち像距離が最も短くなる位置または像距離が最も長くなる位置から探索を開始する。これにより、第4の態様に係る合焦位置調整装置は、最適な合焦位置が探索の対象とならないことを防ぐことができる。

[0010] 本発明の第5の態様によれば、合焦位置調整システムは、複数の色で構成された模様を有する調整用部材と第1から第4の何れかの態様に係る合焦位置調整装置とを備える。

[0011] 本発明の第6の態様によれば、プログラムは、コンピュータ（110）を、撮影方向が所定の撮影目標位置に向いたカメラの合焦のために前記カメラの光学系と前記カメラの素子との間の像距離または前記光学系の焦点距離を調整する合焦調整部、前記合焦調整部が前記像距離を調整するたびに、前記カメラが撮影する画像のうち、前記撮影目標位置に設けられ複数の色で構成された模様を有する調整用部材が写る範囲である調整範囲について、当該調整範囲に含まれる画素の濃度の標準偏差に対して単調増加する評価値を算出する評価部、前記評価部が算出する前記評価値の変化に基づいて、前記カメラの合焦位置を決定する合焦位置決定部として機能させ、前記合焦調整部が、前記光学系に対する前記素子または焦点の相対位置を前記撮影方向の第1側から前記撮影方向の第2側へ向けて変更することで前記像距離を調整する。

[0012] 本発明の第7の態様によれば、合焦位置調整方法は、カメラの撮影方向が向く撮影目標位置に、複数の色で構成された模様を有する調整用部材を設置する部材設置工程と、前記カメラの光学系に対する前記カメラの素子または焦点の相対位置を、前記撮影方向の第1側から前記撮影方向の第2側へ向けて変更する第1調整工程と、前記相対位置が変更されるたびに、前記調整用

部材を前記カメラで撮影する撮影工程と、前記撮影工程で撮影された画像のうち、前記調整用部材が写る範囲である調整範囲について、当該調整範囲に含まれる画素の濃度の標準偏差に対して単調増加する評価値を求める評価工程と、前記評価工程で求められた前記評価値の変化に基づいて、前記カメラの合焦位置を決定する決定工程とを有する。

- [0013] 本発明の第8の態様によれば、第7の態様に係る合焦位置調整方法は、前記評価工程で求められた前記評価値が前回より減少した場合に、前記相対位置を、前記撮影方向の第2側から前記撮影方向の第1側へ向けて変更する第2調整工程をさらに有し、前記決定工程が、前記第2調整工程によって前記相対位置が変更された後の前記評価値の変化に基づいて前記カメラの合焦位置を決定し、前記第1調整工程の前記相対位置の調整量が前記第2調整工程の前記相対位置の調整量より大きい。

つまり、第8の態様に係る合焦位置調整方法は、まず第1側から第2側へ向けて合焦位置を探索し、評価値が増加から減少に転じたときに、探索方向を逆転し、より細かな精度で合焦位置を再度探索する。これにより、第8の態様に係る合焦位置調整装置は、合焦位置の探索にかかる時間を抑えることができる。

発明の効果

- [0014] 上記態様のうち少なくとも1つの態様によれば、合焦位置調整装置は、合焦位置の探索にかかる時間を抑えつつ、適切な合焦位置を探索することができる。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1]一実施形態に係る合焦位置調整システムの構成を示す図である。
[図2]一実施形態に係る合焦位置調整装置の構成を示す概略ブロック図である。
[図3]一実施形態に係る車両番号認識装置の合焦位置調整方法を示すフローチャートである。
[図4]一実施形態に係る車両番号認識装置のモニタに表示される画像の一例を

示す図である

[図5]一実施形態に係る合焦位置調整処理を示す第1のフローチャートである。

[図6]一実施形態に係る合焦位置調整処理を示す第2のフローチャートである。

[図7]調整用部材の模様と調整用部材の設置角度とが異なる撮影条件下において、像距離の評価値として画素の濃度の標準偏差を用いることで得られたグラフである。

[図8]調整用部材の模様とシャッタースピードとが異なる撮影条件下において、像距離の評価値として画素の濃度の標準偏差を用いることで得られたグラフである。

[図9]調整用部材の模様と調整用部材の設置角度とが異なる撮影条件下において、像距離の評価値として画素の濃度の一次微分値を用いることで得られたグラフである。

[図10]調整用部材の模様とシャッタースピードとが異なる撮影条件下において、像距離の評価値として画素の濃度の一次微分値を用いることで得られたグラフである。

[図11]調整用部材の模様と調整用部材の設置角度とが異なる撮影条件下において、像距離の評価値として画素の濃度の二次微分値を用いることで得られたグラフである。

[図12]調整用部材の模様とシャッタースピードとが異なる撮影条件下において、像距離の評価値として画素の濃度の二次微分値を用いることで得られたグラフである。

発明を実施するための形態

[0016] (全体構成)

以下、図面を参照しながら実施形態について詳しく説明する。

図1は、一実施形態に係る合焦位置調整システムの構成を示す図である。

合焦位置調整システム1は、アイランド1に設けられた車両番号認識装置

11が備えるカメラの光学系と素子との相対位置を、適切な位置に調整するシステムである。合焦位置とは、カメラの光学系と素子との相対位置のうち、カメラにより最も明瞭な画像を撮影できる位置のことをいう。

車両番号認識装置11は、車両分離器2により検出された車両のナンバープレートを撮影し、車両番号を認識する。車両番号認識装置11は、撮影方向へ向けて赤外光を投射し、その反射光を受光することで画像を得る。

車両分離器2は、車線の両側のアイランド1に向き合うように設けられた第1の透過型光センサアレイ21と第2の透過型光センサアレイ22とを備える。第1の透過型光センサアレイ21は、第2の透過型光センサアレイ22へ向けて複数の光線を出射する。第2の透過型光センサアレイ22は、第1の透過型光センサアレイ21から入射する複数の光線を検出する。車両分離器2は、車線に進入した車両が第1の透過型光センサアレイ21が出射する光線を遮ったことを検出することで、車両の進入を検出する。車両分離器2は、車両番号認識装置11より上流側（進行方向手前側、図1における＋Y方向側）に設けられる。

つまり、車両番号認識装置11のカメラの撮影方向は、カメラから第1の透過型光センサアレイ21と第2の透過型光センサアレイ22の間へ向けた方向である。また、車両番号認識装置11のカメラの光学系と素子との相対位置は、第1の透過型光センサアレイ21と第2の透過型光センサアレイ22の間に車両が存在するときに、その車両のナンバープレートにピントが合うように調整される必要がある。第1の透過型光センサアレイ21と第2の透過型光センサアレイ22の間の位置は、撮影目標位置の一例である。

[0017] 合焦位置調整システム1は、車両番号認識装置11と調整用部材12とを備える。

調整用部材12は、車両番号認識装置11による合焦位置調整処理において、車両番号認識装置11の撮影対象となる部材である。調整用部材12は、2つの異なる濃度の色からなる模様を有する表示板を備える。本実施形態に係る表示板の模様は、白と黒の同じ幅の縦縞からなるストライプチャート

である。縦縞の幅は6ミリメートル以上20ミリメートル以下であることが好ましい。これは、ナンバープレートの文字の太さが11ミリメートル程度であるためである。表示板は、車両のナンバープレートと略同じ位置（例えば、地上50センチメートル）に設けられる。表示板の高さおよび幅は、車両のナンバープレートの高さおよび幅より大きい。

[0018] （車両番号認識装置11の構成）

車両番号認識装置11の構成について説明する。

図2は、一実施形態に係る合焦位置調整装置の構成を示す概略ブロック図である。

車両番号認識装置11は、CPU110、主記憶装置120、補助記憶装置130、インタフェース140、カメラ150、ライト160、及びモニタ170を備える。

補助記憶装置130は、合焦位置調整処理を実行するためのプログラムを記憶している。CPU110は、プログラムを補助記憶装置130から読み出して主記憶装置120に展開し、当該プログラムに従って合焦位置調整処理を実行する。なお、補助記憶装置130は、一時的でない有形の媒体の一例である。

カメラ150、ライト160およびモニタ170は、インタフェース140を介してCPU110に接続される。

[0019] CPU110は、補助記憶装置130が記憶するプログラムを実行することで、画像取得部111、条件調整部112、合焦調整部113、評価部114、評価値記憶部115、及び合焦位置決定部116を備える。

画像取得部111は、カメラ150から撮影した画像を取得する。

条件調整部112は、画像取得部111が取得した画像の平均濃度に基づいて、カメラ150のシャッタ速度、ライト160の強さ、および画像の増幅のためのゲインを調整する。

合焦調整部113は、カメラ150の像距離を調整する。像距離とは、光学系と素子との間の距離のことである。例えば、合焦調整部113は、固定

された光学系に対して素子を動かすことで像距離を調整することができる。また例えば、合焦調整部 113 は、固定された素子に対して光学系を動かすことで像距離を調整することができる。また例えば、合焦調整部 113 は、光学系と素子の両方を動かすことで像距離を調整することができる。つまり、合焦調整部 113 は、光学系と素子の相対位置を変更することで、カメラ 150 の像距離を調整する。

評価部 114 は、画像取得部 111 が取得した画像に含まれる画素の濃度の標準偏差を評価値として算出する。評価部は、評価値を算出するものであり、評価値として、画像取得部 111 が取得した画像に含まれる画素の濃度の標準偏差に対して単調増加するような値が用いられる。本実施形態では、評価部 114 は、評価値として画像取得部 111 が取得した画像に含まれる画素の濃度の標準偏差そのものを用いる。画像取得部 111 が取得した画像に含まれる画素の濃度の標準偏差は、画像取得部 111 が取得した画像に含まれる画素の濃度の標準偏差に対して単純増加する。

評価値記憶部 115 は、評価部 114 が算出した評価値を記憶する。

合焦位置決定部 116 は、評価部 114 が最後に算出した評価値と評価値記憶部 115 が記憶する前回の評価値との比較に基づいてカメラ 150 の合焦位置を決定する。

車両番号認識装置 11 は、合焦位置調整装置の一例である。

[0020] (車両番号認識装置 11 の合焦位置調整方法)

次に、本実施形態に係る車両番号認識装置 11 の合焦位置調整方法について説明する。

図 3 は、一実施形態に係る車両番号認識装置の合焦位置調整方法を示すフローチャートである。

図 4 は、一実施形態に係る車両番号認識装置のモニタに表示される画像の一例を示す図である。

まず、作業者は、車両番号認識装置 11 を起動させ、カメラ 150 に連続撮影を開始させる（ステップ S1）。カメラ 150 が連続撮影を開始すると

、画像取得部 111 は、カメラ 150 が撮影した画像 P を取得し、モニタ 170 に表示させる。次に、作業者は、モニタ 170 に、図 4 に示すようにナンバープレートの検知対象の範囲である調整範囲を示す枠 F をオーバーレイ表示させる（ステップ S2）。本実施形態に係る調整範囲は、予め設定された画素範囲である。他方、他の実施形態においては、撮影された画像に対する画像処理によって、調整用部材 12 の輪郭がなす範囲が調整範囲としてその都度特定されるものであってもよい。次に、作業者は、画像のボケの程度が小さくなるように、カメラ 150 の視野調整およびおおまかな像距離調整を行う（ステップ S3）。おおまかな像距離調整とは、モニタ 170 の目視により第 1 の透過型光センサアレイ 21 と第 2 の透過型光センサアレイ 22 の間に存在する物体が確認できる程度に像距離を調整することである。したがって、ステップ S3 の時点で、作業者は、車両番号を認識可能な程度までカメラ 150 の像距離を調整しなくてよい。次に、作業者は、調整用部材 12 を第 1 の透過型光センサアレイ 21 と第 2 の透過型光センサアレイ 22 の間に設置する（ステップ S4）。これにより、カメラ 150 が撮影する画像の調整範囲には、調整用部材が写る。そして、作業者は、車両番号認識装置 11 に合焦位置調整処理の実行指示を入力する（ステップ S5）。これにより、CPU 110 は、補助記憶装置 130 が記憶するプログラムを読み出し、後述する合焦位置調整処理を実行する。合焦位置調整処理が終了すると、車両番号認識装置 11 は、絞りを調整する（ステップ S6）。そして、作業者は、車両番号認識装置 11 による連続撮影を停止させ（ステップ S7）、調整用部材 12 を撤去する（ステップ S8）。

[0021] 図 5 は、一実施形態に係る合焦位置調整処理を示す第 1 のフローチャートである。図 6 は、一実施形態に係る合焦位置調整処理を示す第 2 のフローチャートである。

車両番号認識装置 11 が合焦位置調整処理を開始すると、画像取得部 111 は、カメラ 150 から画像を取得する（ステップ S101）。次に、条件調整部 112 は、画像取得部 111 が取得した画像のうち、調整範囲に含ま

れる画素の平均濃度を算出する（ステップS 1 0 2）。条件調整部 1 1 2 は、算出した平均濃度が濃度の中央値を中心とした所定範囲内にあるか否かを判定する（ステップS 1 0 3）。例えば、画素の濃度が取り得る範囲が0以上255以下である場合、条件調整部 1 1 2 は、算出した平均濃度が、128を中心とした所定範囲内、例えば124以上132以下の値であるか否かを判定する。

[0022] 平均濃度が所定範囲内でない場合（ステップS 1 0 3：NO）、条件調整部 1 1 2 は、平均濃度が濃度の中央値に近づくようにカメラ 1 5 0 のシャッタ速度、ライト 1 6 0 の強度、および画像の増幅のためのゲインを調整する（ステップS 1 0 4）。例えば、平均濃度が濃度の中央値より高い場合、条件調整部 1 1 2 は、カメラ 1 5 0 のシャッタ速度を遅くし、ライト 1 6 0 の強度を上げ、または画像の増幅のためのゲインを強める。他方、平均濃度が濃度の中央値より低い場合、条件調整部 1 1 2 は、カメラ 1 5 0 のシャッタ速度を速くし、ライト 1 6 0 の強度を下げ、または画像の増幅のためのゲインを弱める。そして車両番号認識装置 1 1 は、処理をステップS 1 0 1 に戻し、改めて平均濃度の判定を行う。

[0023] 他方、平均濃度が所定範囲内にある場合（ステップS 1 0 3：YES）、合焦調整部 1 1 3 は、カメラ 1 5 0 の光学系に対する素子の相対位置を、設定可能な位置のうち撮影方向の最も手前側に（図1の-Y方向側（第1側））変更する（ステップS 1 0 5）。次に、画像取得部 1 1 1 は、光学系に対する素子の相対位置を変更した後に撮影された画像をカメラ 1 5 0 から取得する（ステップS 1 0 6）。次に、評価部 1 1 4 は、取得された画像のうち調整範囲内の画素の濃度の標準偏差を、評価値として算出する（ステップS 1 0 7）。そして評価部 1 1 4 は、算出された評価値を評価値記憶部 1 1 5 に記録する（ステップS 1 0 8）。

[0024] 次に、合焦調整部 1 1 3 は、カメラ 1 5 0 の光学系に対する素子の相対位置を、現在の位置より第1距離（例えば500ミリ秒）だけ奥側（図1の+Y方向側）の位置に変更する（ステップS 1 0 9）。すなわち、合焦調整部

113は、カメラ150の光学系に対する素子の相対位置を撮影方向の手前側（第1側）から奥側（第2側）に向けて変更する。次に、画像取得部111は、光学系に対する素子の相対位置を変更した後に撮影された画像をカメラ150から取得する（ステップS110）。次に、評価部114は、取得された画像のうち調整範囲内の画素の濃度の標準偏差を、評価値として算出する（ステップS111）。次に、合焦位置決定部116は、評価部114が算出した評価値が評価値記憶部115に記憶されている評価値より高いか否かを判定する（ステップS112）。つまり、合焦位置決定部116は、光学系に対する素子の相対位置の変更後の評価値が変更前の評価値より高いか否かを判定する。変更後の評価値のほうが変更前の評価値より高いということは、光学系に対する素子の相対位置が適切な位置に近づいたことを示し、変更後の評価値のほうが変更前の評価値より低いということは、光学系に対する素子の相対位置が適切な位置から遠ざかったことを示す。

[0025] 評価部114が算出した評価値が評価値記憶部115に記憶されている評価値より高い場合（ステップS112：YES）、評価部114は、当該評価値を評価値記憶部115に上書き記録する（ステップS113）。そして、車両番号認識装置11は、処理をステップS109に戻し、再度、カメラ150の光学系に対する素子の相対位置を変更する。

[0026] 他方、評価部114が算出した評価値が評価値記憶部115に記憶されている評価値以下である場合（ステップS112：NO）、評価部114は、当該評価値を評価値記憶部115に上書き記録する（ステップS114）。次に、合焦調整部113は、カメラ150の光学系に対する素子の相対位置を、現在の位置より第2距離（例えば50ミリ秒）だけ手前側の位置に変更する（ステップS115）。すなわち、合焦調整部113は、カメラ150の光学系に対する素子の相対位置を撮影方向の奥側（第2側）から手前側（第1側）に向けて変更する。第2距離は、第1距離より短い距離である。次に、画像取得部111は、光学系に対する素子の相対位置を変更した後に撮影された画像をカメラ150から取得する（ステップS116）。次に、評

価部 1 1 4 は、取得された画像のうち調整範囲内の画素の濃度の標準偏差を、評価値として算出する（ステップ S 1 1 7）。次に、合焦位置決定部 1 1 6 は、評価部 1 1 4 が算出した評価値が評価値記憶部 1 1 5 に記憶されている評価値より高いか否かを判定する（ステップ S 1 1 8）。

[0027] 評価部 1 1 4 が算出した評価値が評価値記憶部 1 1 5 に記憶されている評価値より高い場合（ステップ S 1 1 8：YES）、評価部 1 1 4 は、当該評価値を評価値記憶部 1 1 5 に上書き記録する（ステップ S 1 1 9）。そして、車両番号認識装置 1 1 は、処理をステップ S 1 1 5 に戻し、再度、カメラ 1 5 0 の光学系に対する素子の相対位置を変更する。

[0028] 他方、評価部 1 1 4 が算出した評価値が評価値記憶部 1 1 5 に記憶されている評価値以下である場合（ステップ S 1 1 8：NO）、合焦調整部 1 1 3 は、カメラ 1 5 0 の光学系に対する素子の相対位置の位置を、現在の位置より第 3 距離（例えば 3 0 ミリ秒）だけ奥側の位置に変更する（ステップ S 1 2 0）。第 3 距離は、第 2 距離より短い距離である。合焦位置決定部 1 1 6 は、ステップ S 1 2 0 における変更後の位置を、カメラ 1 5 0 の合焦位置として決定し（ステップ S 1 2 1）、処理を終了する。

このように、本実施形態によれば、車両番号認識装置 1 1 は、カメラ 1 5 0 の合焦位置を適切に調整することができる。

[0029] （評価値の比較）

図 7 は、調整用部材の模様と調整用部材の設置角度とが異なる撮影条件下において、像距離の評価値として画素の濃度の標準偏差を用いることで得られたグラフである。図 8 は、調整用部材の模様とシャッタースピードとが異なる撮影条件下において、像距離の評価値として画素の濃度の標準偏差を用いることで得られたグラフである。図 7 および図 8 において、縦軸は評価値であり、横軸は像距離である。

図 7 および図 8 には、異なる撮影条件下で撮影された画像の評価値と像距離との関係を示すグラフが描かれている。第 1 のグラフ H 1 は、調整用部材 1 2 の縦縞の幅が 2 0 ミリメートルであり、かつカメラ 1 5 0 に対する調整

用部材 1 2 の設置角度が 0 度である撮影条件下で得られたグラフである。第 2 のグラフ H 2 は、調整用部材 1 2 の縦縞の幅が 2 0 ミリメートルであり、かつカメラ 1 5 0 に対する調整用部材 1 2 の設置角度が 3 0 度である撮影条件下で得られたグラフである。第 3 のグラフ H 3 は、調整用部材 1 2 の縦縞の幅が 6 ミリメートルであり、かつカメラ 1 5 0 に対する調整用部材 1 2 の設置角度が 0 度である撮影条件下で得られたグラフである。第 4 のグラフ H 4 は、調整用部材 1 2 の縦縞の幅が 6 ミリメートルであり、かつカメラ 1 5 0 に対する調整用部材 1 2 の設置角度が 3 0 度である撮影条件下で得られたグラフである。第 5 のグラフ H 5 は、調整用部材 1 2 の縦縞の幅が 2 0 ミリメートルであり、かつカメラ 1 5 0 のシャッタースピードが $1/3000$ 秒である撮影条件下で得られたグラフである。第 6 のグラフ H 6 は、調整用部材 1 2 の縦縞の幅が 2 0 ミリメートルであり、かつカメラ 1 5 0 のシャッタースピードが $1/4000$ 秒である撮影条件下で得られたグラフである。第 7 のグラフ H 7 は、調整用部材 1 2 の縦縞の幅が 2 0 ミリメートルであり、かつカメラ 1 5 0 のシャッタースピードが $1/6000$ 秒である撮影条件下で得られたグラフである。第 8 のグラフ H 8 は、調整用部材 1 2 の縦縞の幅が 6 ミリメートルであり、かつカメラ 1 5 0 のシャッタースピードが $1/3000$ 秒である撮影条件下で得られたグラフである。第 9 のグラフ H 9 は、調整用部材 1 2 の縦縞の幅が 6 ミリメートルであり、かつカメラ 1 5 0 のシャッタースピードが $1/4000$ 秒である撮影条件下で得られたグラフである。第 1 0 のグラフ H 1 0 は、調整用部材 1 2 の縦縞の幅が 6 ミリメートルであり、かつカメラ 1 5 0 のシャッタースピードが $1/6000$ 秒である撮影条件下で得られたグラフである。

[0030] 図 7 および図 8 を参照すると、全てのグラフにおいて、評価値が極大となる像距離が常に 1 つとなる。また、図 7 および図 8 を参照すると、全てのグラフにおいて、常に同じ像距離において評価値が極大となっていることが分かる。つまり、本実施形態のように、像距離の評価値として標準偏差を用いることで、調整用部材 1 2 の縦縞の幅、カメラ 1 5 0 のシャッタースピード

、およびカメラ150に対する調整用部材12の設置角度などの撮影条件が異なったとしても、極大となる像距離は1つであり、その位置が一定となる。したがって、本実施形態に係る合焦位置調整システム1によれば、山登り方式を用いてカメラ150の像距離を調整しても、適切でない結果が導き出されず、適切な合焦位置を特定することができる。

[0031] ここで、画素の濃度の標準偏差により適切な合焦位置を導き出せる理由を説明する。カメラ150の像距離が適切でない場合、撮影される画像がぼやける。そのため、カメラ150の光学系と素子の相対位置が適切な位置より遠いほど、調整範囲内の各画素の濃度が調整用部材12の模様を構成する2色の平均値に近い値となる。つまり、カメラ150の光学系と素子の相対位置が適切な位置に近づくほど、画素の濃度が平均値から離れるため、標準偏差が大きくなる。したがって、合焦位置調整システム1は、画素の濃度の標準偏差が極大となる像距離を特定することで、適切な合焦位置を特定することができる。

[0032] ここで、比較例として、画素の濃度の一次微分値を評価値とする場合について説明する。

図9は、調整用部材の模様と調整用部材の設置角度とが異なる撮影条件下において、像距離の評価値として画素の濃度の一次微分値を用いることで得られたグラフである。図10は、調整用部材の模様とシャッタースピードとが異なる撮影条件下において、像距離の評価値として画素の濃度の一次微分値を用いることで得られたグラフである。図9および図10において、縦軸は評価値であり、横軸は像距離である。

図9および図10に示すグラフH1～H10は、図7および図8に示すグラフと同じ条件で得られたグラフである。図10を参照すると、第5のグラフH5、第6のグラフH6、第9のグラフH9のように、撮影条件によっては、評価値が極大となる像距離が複数個所存在するグラフが得られることがわかる。この場合、山登り方式を用いてカメラ150の合焦位置を調整すると、適切でない結果が導き出される可能性がある。

[0033] また、比較例として、画素の濃度の二次微分値を評価値とする場合について説明する。

図 1 1 は、調整用部材の模様と調整用部材の設置角度とが異なる撮影条件下において、像距離の評価値として画素の濃度の二次微分値を用いることで得られたグラフである。図 1 2 は、調整用部材の模様とシャッタースピードとが異なる撮影条件下において、像距離の評価値として画素の濃度の二次微分値を用いることで得られたグラフである。図 1 1 および図 1 2 において、縦軸は評価値であり、横軸は像距離である。

図 1 1 および図 1 2 に示すグラフ H 1 ~ H 1 0 は、図 7 および図 8 に示すグラフと同じ条件で得られたグラフである。図 1 1 および図 1 2 を参照すると、多くの撮影条件において（特に、第 1 のグラフ H 1、第 3 のグラフ H 3、第 5 のグラフ H 5、第 6 のグラフ H 6、第 7 のグラフ H 7、第 9 のグラフ H 9）、評価値が極大となる像距離が複数個所存在するグラフが得られることがわかる。この場合、山登り方式を用いてカメラ 1 5 0 の合焦位置を調整すると、適切でない結果が導き出される可能性がある。

[0034] （作用・効果）

このように、本実施形態によれば、車両番号認識装置 1 1 は、カメラ 1 5 0 の光学系に対する素子の相対位置を一方向に変更しながら、カメラ 1 5 0 が撮影する画像のうち、調整用部材 1 2 が写る調整範囲内の画素の濃度の標準偏差の変化に基づいて、カメラ 1 5 0 の合焦位置を決定する。図 7 に示すように、カメラ 1 5 0 の像距離と画素の濃度の標準偏差との関係をグラフに表すと、カメラ 1 5 0 の撮影条件によらず標準偏差が極大となる点が 1 つだけ出現する。そのため、本実施形態に係る車両番号認識装置 1 1 は、合焦位置の探索にかかる時間を抑えつつ、適切な合焦位置を探索することができる。

[0035] また、本実施形態によれば、車両番号認識装置 1 1 は、調整範囲に含まれる画素の平均濃度と、画素の濃度が取り得る範囲の中央値との差が所定値以内になるように、カメラ 1 5 0 の撮影条件を調整する。調整範囲に含まれる

画素の平均濃度は、カメラ１５０が調整用部材１２に合焦している場合と合焦していない場合とで有意な差がないため、車両番号認識装置１１は、カメラ１５０の合焦位置を調整する前に、撮影条件を適切に調整することができる。

[0036] また、本実施形態によれば、車両番号認識装置１１は、評価値が減少するまで、光学系に対する素子の相対位置を撮影方向の奥側へ向けて第１の距離ずつ変更し、評価値が前回より減少したときに、光学系に対する素子の相対位置を撮影方向の手前側へ向けて、第１の距離より短い第２の距離ずつ変更する。つまり、車両番号認識装置１１は、まず手前側から奥側へ向けて合焦位置を探索し、評価値が増加から減少に転じたときに、探索方向を逆転し、より細かな精度で合焦位置を再度探索する。これにより、車両番号認識装置１１は、合焦位置の探索にかかる時間を抑えることができる。

[0037] また、本実施形態によれば、車両番号認識装置１１は、まず光学系に対する素子の相対位置を設定可能な位置のうち最も撮影方向の手前側に近い位置に変更してから、光学系に対する素子の相対位置を撮影方向の奥側へ向けて変更する。これにより、車両番号認識装置１１は、最適な合焦位置が探索の対象とならないことを防ぐことができる。

[0038] (変形例)

以上、図面を参照して一実施形態について詳しく説明してきたが、具体的な構成は上述のものに限られることはなく、様々な設計変更等を行うことが可能である。

例えば、本実施形態に係る合焦位置調整システム１は、車両番号認識装置１１が、自身のカメラ１５０の像距離を調整するが、これに限られない。例えば、他の実施形態に係る合焦位置調整システム１は、車両番号認識装置１１と別個に設けられた合焦位置調整装置が、車両番号認識装置１１のカメラの像距離を調整してもよい。

例えば、本実施形態に係る車両番号認識装置１１は、調整範囲に含まれる画素の平均濃度が所定値に近づくようにカメラ１５０の撮影条件を調整する

が、これに限られない。例えば、他の実施形態では、作業者の手作業によって明るさの調整がなされてもよい。

[0039] また、本実施形態に係る合焦位置調整システム 1 は、カメラ 150 の像距離を調整するが、これに限られない。例えば、他の実施形態に係る合焦位置調整システム 1 は、カメラ 150 の像距離に代えて、またはカメラ 150 の像距離に加えて、カメラ 150 の焦点距離を調整してもよい。この場合、合焦位置調整システム 1 は、カメラ 150 の光学系に対する焦点の相対位置を、撮影方向の奥側へ向けて変更した後に光学系に対する焦点の相対位置を撮影方向の手前側へ向けて変更する。

[0040] また、本実施形態に係る調整用部材 12 の模様はストライプチャートだが、これに限られない。例えば、他の実施形態に係る調整用部材 12 の模様は、チェッカー、ボーダー、またはその他の模様であってよい。また、他の実施形態に係る調整用部材 12 の表示板として実物のナンバープレートを用いてもよい。なお、本実施形態に係る条件調整部 112 は、調整範囲に含まれる画素の平均濃度が濃度の中央値になるように設定するが、これは、ストライプチャートの縦縞の幅が同じであるためである。したがって、例えば調整用部材 12 の表示板としてナンバープレートを用いる場合、条件調整部 112 は、調整範囲に含まれる画素の平均濃度が、ナンバープレートの背景部分と文字部分の割合に応じた濃度になるように設定することが好ましい。例えば、画素の濃度が取り得る範囲が 0 以上 255 以下である場合において、ナンバープレートの背景部分と文字部分の割合が 7 対 3 である場合、条件調整部 112 は、算出した平均濃度が、178 を中心とした所定範囲内、例えば 174 以上 182 以下の値となるように撮影条件を調整する。ナンバープレートは各文字について大きさおよび幅が予め規定されている。そのため、文字列が分かれば濃度を推定することができる。したがって、ナンバープレートに含まれる文字列に基づいて平均濃度を算出し、これに基づいて撮影条件を調整することができる。

[0041] また、本実施形態に係る調整用部材 12 の模様は 2 色で構成されるが、こ

れに限られない。例えば、他の実施形態に係る調整用部材 1 2 の模様は、ナンバープレートの背景部分に近い反射率（波長に対する反射率の分布）または光吸収率（波長に対する吸収率の分布）を有する複数の色からなる第 1 の色グループと濃度がナンバープレートの文字部分に近い反射率または光吸収率を有する複数の色からなる第 2 の色グループとで構成されたもの（例えば、青系の色グループ及び白系の色グループの 2 つの色グループから構成されたもの）であってもよい。

[0042] また、本実施形態では、作業者がステップ S 3 でカメラ 1 5 0 の視野調整およびおおまかな像距離調整を行った後に調整用部材 1 2 を設置するが、これに限られない。例えば、他の実施形態では、作業者が調整用部材 1 2 を第 1 の透過型光センサアレイ 2 1 と第 2 の透過型光センサアレイ 2 2 の間に設置した後に、視野調整およびおおまかな像距離調整または焦点距離調整を行ってもよい。

[0043] また、本実施形態に係る車両番号認識装置 1 1 は、光学系に対する素子の相対位置を撮影方向の奥側へ向けて変更した後に光学系に対する素子の相対位置を撮影方向の手前側へ向けて変更するが、これに限られない。例えば、他の実施形態に係る車両番号認識装置 1 1 は光学系に対する素子の相対位置を、初めから撮影方向の手前側から奥側へ向けて細かい精度で変化させることで、一方向の探索のみにより合焦位置を決定してもよい。他の実施形態において、焦点距離を用いる場合も同様である。

[0044] また、本実施形態によれば、車両番号認識装置 1 1 は、まず光学系に対する素子の相対位置を設定可能な位置のうち最も撮影方向の手前側に近い位置に変更してから、光学系に対する素子の相対位置を撮影方向の奥側へ向けて変更するが、これに限られない。例えば、他の実施形態に係る車両番号認識装置 1 1 は、まず光学系に対する素子の相対位置を設定可能な位置のうち最も撮影方向の奥側に近い位置に変更してから、光学系に対する素子の相対位置を撮影方向の手前側へ向けて変更してもよい。また、他の実施形態に係る車両番号認識装置 1 1 は、光学系に対する素子の相対位置の変更の始点を最

も手前側または最も奥側に設定せず、作業者によって指定された位置を始点に設定してもよい。他の実施形態において、焦点距離を用いる場合も同様である。

[0045] また、本実施形態に係る評価部 114 は、画素の濃度の標準偏差を評価値として算出するが、これに限られない。例えば、他の実施形態に係る評価部 114 は、標準偏差に対して単調増加するその他の値を評価値として算出してよい。標準偏差に対して単調増加する値の例としては、画素の濃度の分散、各画素の濃度と濃度の平均値との差の絶対値の総和、および画素の濃度と画素数の関係を示すグラフに現れる 2 つのピークの間の距離が挙げられる。

[0046] また、本実施形態に係るプログラムは、補助記憶装置 130 に記録されているが、これに限られない。例えば、他の実施形態に係るプログラムは、一時的でない有形の他の媒体に記録されていてもよい。一時的でない有形の他の媒体の例としては、インタフェース 140 を介して接続される磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory)、DVD-ROM (Digital Versatile Disc Read Only Memory)、半導体メモリ等が挙げられる。また、他の実施形態においては、プログラムが通信回線によって車両番号認識装置 11 に配信されてもよい。この場合、配信を受けた車両番号認識装置 11 は、当該プログラムを主記憶装置 120 に展開し、上記処理を実行する。また、プログラムは、上述した機能の一部を実現するためのものであってもよい。また、当該プログラムは、上述した機能を補助記憶装置 130 に既に記憶されている他のプログラムとの組み合わせで実現するもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であってもよい。

産業上の利用可能性

[0047] 上記態様のうち少なくとも 1 つの態様によれば、合焦位置調整装置は、合焦位置の探索にかかる時間を抑えつつ、適切な合焦位置を探索することができる。

符号の説明

[0048] 1 合焦位置調整システム

2 車両分離器

1 1 車両番号認識装置

1 2 調整用部材

1 1 1 画像取得部

1 1 2 条件調整部

1 1 3 合焦調整部

1 1 4 評価部

1 1 5 評価値記憶部

1 1 6 合焦位置決定部

1 5 0 カメラ