

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-198554
(P2010-198554A)

(43) 公開日 平成22年9月9日(2010.9.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G06T 3/00 (2006.01)	G06T 3/00 200	5B050
G06T 17/40 (2006.01)	G06T 17/40 A	5B057
G06T 1/00 (2006.01)	G06T 1/00 315	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2009-45684 (P2009-45684)
(22) 出願日 平成21年2月27日 (2009.2.27)

(71) 出願人 501324524
アキュートロジック株式会社
東京都中央区八丁堀三丁目2番13号
PMO八丁堀 5階
(72) 発明者 小山田 応一
東京都千代田区神田小川町三丁目7番1号
ミツワ小川町ビル3階 アキュートロジック株式会社内
Fターム(参考) 5B050 BA06 CA07 EA07 EA13 EA27
FA02 FA08
5B057 AA20 CA08 CA13 CA16 CB08
CB13 CB16 CC01 CD12 DA17
DB03 DB09 DC08 DC32

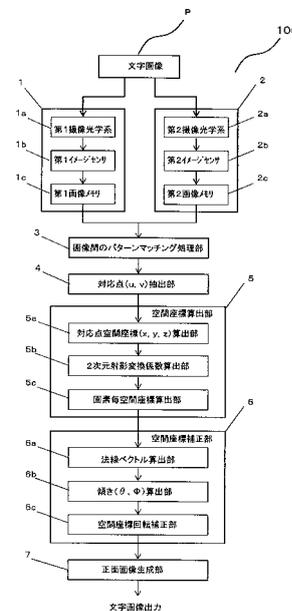
(54) 【発明の名称】 画像補正装置及び画像補正方法

(57) 【要約】

【課題】 撮影対象に対して傾斜されて撮影されて元の画像から歪んで得られた画像を補正する際に、元の画像と撮影された画像との、撮影前の既知の基準線や対応点を必要とせず、撮影された画像の傾き及び歪みを品位良く補正できる文字画像補正装置を提供する。

【解決手段】 ステレオ撮影で得られた一対の画像間の対応点を抽出する対応点抽出部4、対応点の3次元空間座標に基づいて射影変換係数を算出して、撮影された画像座標毎の3次元座標を算出する空間座標算出部5、空間座標算出部5の座標平面に対する撮像装置の傾斜角を算出して、傾斜角を打ち消すように3次元座標を補正する空間座標補正部6、空間座標補正部6で補正された3次元座標に対応付けて画像を補正する正面画像生成部7、等を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被写体に対向して配置され、該被写体をステレオ撮影する第 1、第 2 の一対の撮像装置と、

前記ステレオ撮影によって得られた一対の画像間の対応点を抽出する対応点抽出手段と

、
前記対応点の画像座標に基づいて、前記被写体の該対応点に対応する 3 次元座標を算出する 3 次元座標算出手段と、

前記 3 次元座標算出手段で算出された 3 次元座標に基づいて、前記被写体の 3 次元座標を 2 次元座標に射影変換する際の、変換係数を算出する射影変換係数算出手段と、

前記変換係数に基づいて、前記撮影された画像の座標毎に、前記 3 次元座標を算出する第 2 の 3 次元座標算出手段と、

前記第 2 の 3 次元座標算出手段で算出された 3 次元座標に基づいて、前記 3 次元座標が同一の平面上に構成される 3 次元空間上の平面に対して、前記撮像装置の傾斜角を算出する傾斜角算出手段と、

前記傾斜角算出手段で算出された傾斜角に基づいて、該傾斜角を打ち消すように、前記 3 次元座標を補正する 3 次元座標補正手段と、

前記 3 次元座標補正手段で補正された 3 次元座標に対応付けて前記画像を補正して、前記被写体を正面から撮影した画像を生成する画像傾き補正手段と、

を備えた画像補正装置。

【請求項 2】

被写体に対向して配置され、該被写体をステレオ撮影する第 1、第 2 の一対の撮像装置を用い、

前記ステレオ撮影によって得られた一対の画像間の対応点を抽出する対応点抽出ステップと、

前記対応点の画像座標に基づいて、前記被写体の該対応点に対応する 3 次元座標を算出する 3 次元座標算出ステップと、

前記 3 次元座標算出ステップで算出された 3 次元座標に基づいて、前記被写体の 3 次元座標を 2 次元座標に射影変換する際の、変換係数を算出する射影変換係数算出ステップと

、
前記変換係数に基づいて、前記撮影された画像の座標毎に、前記 3 次元座標を算出する第 2 の 3 次元座標算出ステップと、

前記第 2 の 3 次元座標算出ステップで算出された 3 次元座標に基づいて、前記 3 次元座標が同一の平面上に構成される 3 次元空間上の平面に対して、前記撮像装置の傾斜角を算出する傾斜角算出ステップと、

前記傾斜角算出ステップで算出された傾斜角に基づいて、該傾斜角を打ち消すように、前記 3 次元座標を補正する 3 次元座標補正ステップと、

前記 3 次元座標補正ステップで補正された 3 次元座標に対応付けて前記画像を補正して、前記被写体を正面から撮影した画像を生成する画像傾き補正ステップと、

を備えた画像補正方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮影された文字や図形の歪補正に係る画像補正装置及び画像補正方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、デジタルカメラは、広く普及し、風景や人物に限らず時刻表やポスターなどの文字を含む画像を撮影する際にも用いられるようになってきた。さらには、手書き文字や印刷された文字を、デジタルカメラを用いて光学的に読み取り、前もって記憶されたパター

10

20

30

40

50

ンとのマッチングにより文字を特定する光学式文字読み取り装置（OCR：Optical Character Reader）にも用いられている。しかしながら、撮影された文字画像は、撮影する位置により撮影対象に対する「アオリ」や「回転ズレ」が生じて歪むので、その文字の特定が困難であって読みづらく、そのまま使用するには最適なものはなかった。

【0003】

例えば、書画カメラによる手書き文字や印刷物の撮影、デジタルカメラによるホワイトボードに記述された図形や文字の撮影等において、認識度を向上させるためには、カメラと撮影対象との水平線を合わせ、且つ、カメラの視点を対象物の中心位置の垂直方向から見えるように撮影条件を設定する必要がある。

10

【0004】

書画カメラを用いる際には、撮影位置や被写体の位置を調整することによって、前述の「カメラと撮影対象との水平線を合わせ、且つ、カメラの視点を対象物の中心位置の垂直方向から見えるように設置する」という撮影条件を比較的容易に設定できるが、撮影したい原稿が大きくて書画カメラに載置できない場合には、この撮影条件を設定することが困難であった。また、ホワイトボードに記述された図形や文字を撮影する際には、手持ちカメラを用いることが多く、前述の撮影条件を設定することが困難であった。

【0005】

「アオリ」は、例えば被写体が矩形であるのに対し、撮影される画像が撮影する位置によって台形に歪む現象である。そこで、文字画像をデジタルカメラで撮影する際には、あたかも被写体に正対した位置から撮影したように、「アオリ」を補正する（所謂、画像変換を行う）技術が知られている。

20

【0006】

例えば、ホワイトボードの外形が長方形であるという前提に立ち、ホワイトボードの各辺を撮影し、撮影されたホワイトボードの長方形の変形度合いから、撮影の視点のズレを検出し、このズレを打ち消すように歪みを補正する。

【0007】

図5（a）が横書きの文字列が印刷された元画像、図5（b）が図5（a）の文字列が撮影方向からみて仰角方向及び回転方向に傾いて撮影された画像である。この際、図5（b）の撮影状態でOCRに入力すると、文字が傾いて歪んでおり、文字の回転補正やパターンマッチングによる文字の特定が有効に働かず、文字を認識することができない。即ち、一般に、OCRは、文字列の回転補正の機能を備え、回転補正された水平及び垂直方向、上下反転（天地反転）の文字列を認識することが出来るが、回転補正しても歪んでいる（例えば、台形に歪んでいる）文字を認識することが困難であった。

30

【0008】

そこで、このような「アオリ」を伴う画像を補正する際に、射影変換が用いられている。射影変換は、視点（ビューポイント）を変えて、既知の対応点（例えば、長方形領域だった部分）を抽出し、変形された対応点の座標を決定することにより変換行列を求め、この変換行列を用いて文字列等の撮影対象の画像を補正する（例えば、特許文献1参照）。

【0009】

そして、平面に配置されている物体（例えば、文字が印刷された用紙である）をデジタルカメラで撮影した際には、2次元射影変換が用いられる。2次元射影変換は、撮影された画像における座標を（ u, v ）、撮影された実空間における座標を（ x, y ）、変換行列における係数を $a_1 \sim a_8$ とすると、式1で表すことができる。

40

【数 1】

$$u = \frac{a_1x + a_2y + a_3}{a_7x + a_8y + 1} \quad \dots \quad (式1)$$

$$v = \frac{a_4x + a_5y + a_6}{a_7x + a_8y + 1}$$

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0010】

【特許文献1】特開2007-058634号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかしながら、従来の画像補正の技術によれば、予め既知の対応点や基準線（例えばホワイトボード外形線である）を備える必要があつて、さらに改善の余地があつた。

【0012】

例えば、ホワイトボードの外形に基づいて補正する際には、ホワイトボードが大きすぎて所望の文字や図形と一体に撮影することが困難になったり、ホワイトボードの外形が撮影範囲からはみ出して補正が困難になったりする虞があつた。

20

【0013】

また、被写体内の既知の対応点に基づいて補正する際には、撮影前にこの対応点の座標を取得又は計測する必要があると共にこの座標取得の精度も要求されるので、操作性を損なう虞があつた。

【0014】

そこで、本発明は、撮影対象（特には、撮影対象が文字や図形が形成された平面体である）に対して傾斜されて撮影されて元の画像から歪んで得られた画像を補正する際に、元の画像と撮影された画像との撮影前の既知の基準線や対応点を必要とせず、撮影された画像の傾き及び歪みを品位良く補正できる画像補正装置及び画像補正方法を提供することを

30

【課題を解決するための手段】

【0015】

かかる目的を達成するためになされた請求項1に記載の発明は、画像補正装置において、被写体に対向して配置され、該被写体をステレオ撮影する第1、第2の一对の撮像装置と、前記ステレオ撮影によって得られた一对の画像間の対応点を抽出する対応点抽出手段と、前記対応点の画像座標に基づいて、前記被写体の該対応点に対応する3次元座標を算出する3次元座標算出手段と、前記3次元座標算出手段で算出された3次元座標に基づいて、前記被写体の3次元座標を2次元座標に射影変換する際の、変換係数を算出する射影変換係数算出手段と、前記変換係数に基づいて、前記撮影された画像の座標毎に、前記3次元座標を算出する第2の3次元座標算出手段と、前記第2の3次元座標算出手段で算出された3次元座標に基づいて、前記3次元座標が同一の平面上に構成される3次元空間上の平面に対して、前記撮像装置の傾斜角を算出する傾斜角算出手段と、前記傾斜角算出手段で算出された傾斜角に基づいて、該傾斜角を打ち消すように、前記3次元座標を補正する3次元座標補正手段と、前記3次元座標補正手段で補正された3次元座標に対応付けて前記画像を補正して、前記被写体を正面から撮影した画像を生成する画像傾き補正手段と、を備えたことを特徴とする。

40

【0016】

請求項1に記載の画像補正装置によれば、ステレオ撮影で得られた一对の画像に基づいて、撮影された画像の座標と被写体の3次元座標とを対応付けて、被写体に対する撮像装

50

置の傾斜角を算出し、この傾斜角を打ち消すように撮影された画像を補正できる。これにより、請求項 1 に記載の画像補正装置は、撮影対象（特に、撮影対象が文字や図形が形成された平面体である）に対して傾斜されて撮影されて元の画像から歪んで得られた画像を補正する際に、撮影前に元の画像と撮影された画像との、撮影前の既知の対応点や基準線を必要とせず、撮影された画像の傾き及び歪みを品位良く補正できる。

【0017】

次に、請求項 2 に記載の発明は、画像補正方法において、被写体に対向して配置され、該被写体をステレオ撮影する第 1、第 2 の一対の撮像装置を用い、前記ステレオ撮影によって得られた一対の画像間の対応点を抽出する対応点抽出ステップと、前記対応点の画像座標に基づいて、前記被写体の該対応点に対応する 3 次元座標を算出する 3 次元座標算出ステップと、前記 3 次元座標算出ステップで算出された 3 次元座標に基づいて、前記被写体の 3 次元座標を 2 次元座標に射影変換する際の、変換係数を算出する射影変換係数算出ステップと、前記変換係数に基づいて、前記撮影された画像の座標毎に、前記 3 次元座標を算出する第 2 の 3 次元座標算出ステップと、前記第 2 の 3 次元座標算出ステップで算出された 3 次元座標に基づいて、前記 3 次元座標が同一の平面上に構成される 3 次元空間上の平面に対して、前記撮像装置の傾斜角を算出する傾斜角算出ステップと、前記傾斜角算出ステップで算出された傾斜角に基づいて、該傾斜角を打ち消すように、前記 3 次元座標を補正する 3 次元座標補正ステップと、前記 3 次元座標補正ステップで補正された 3 次元座標に対応付けて前記画像を補正して、前記被写体を正面から撮影した画像を生成する画像傾き補正ステップと、を備えたことを特徴とする。

10

20

【0018】

請求項 2 に記載の画像補正方法によれば、請求項 1 に記載の発明と同様に、ステレオ撮影で得られた一対の画像に基づいて、撮像された画像の座標と被写体の 3 次元座標とを対応付けて被写体に対する撮像装置の傾斜角を算出し、この傾斜角を打ち消すように撮影された画像を補正できる。これにより、請求項 2 に記載の画像補正方法は、撮影対象（特に、撮影対象が文字や図形が形成された平面体である）に対して傾斜されて撮影されて元の画像から歪んで得られた画像を補正する際に、元の画像と撮影された画像との撮影前の既知の対応点や基準線を必要とせず、撮影された画像の傾き及び歪みを品位良く補正できる。

30

【発明の効果】

【0019】

本発明の画像補正装置及び画像補正方法は、撮影対象（特に、撮影対象が文字や図形が形成された平面体である）に対して傾斜されて撮影されて元の画像から歪んで得られた画像を補正する際に、元の画像と撮影された画像との撮影前の既知の対応点や基準線を必要とせず、撮影された画像の傾き及び歪みを品位良く補正できる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図 1】本発明の一実施例の、画像補正装置の構成を表したブロック図である。

【図 2】同実施例の画像補正装置における、ステレオ撮影の説明図である。

【図 3】同実施例の画像補正装置における、傾いた元画像の傾きを補正して撮像装置に直交する平面座標に変換する際の説明図である。

40

【図 4】本発明の一実施例の、画像補正方法の手順を表したフローチャートである。

【図 5】同実施例の画像補正装置における、撮影される元画像と撮影された補正前の画像を表した図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

次に、本発明の画像補正装置及び画像補正方法の一実施例を図面に基づいて説明する。図 1 に表したように、本実施例の画像補正装置 100 は、被写体 P に対向して配置されて被写体 P をステレオ撮影する第 1 撮像装置 1 及び第 2 撮像装置 2、第 1 撮像装置 1 及び第 2 撮像装置 2 で撮影された夫々の画像を所定領域毎に走査して相関度を検出するパターン

50

マッチング処理部 3、パターンマッチング処理部 3 で得られた相関度に基づいての一对の画像間の対応点を抽出する対応点抽出部 4、対応点抽出部 4 で抽出された対応点に対応する被写体 P の 3 次元座標を算出する空間座標算出部 5、空間座標算出部 5 の座標平面に対する撮像装置 1、2 の傾斜角を算出して、傾斜角を打ち消すように 3 次元座標を補正する空間座標補正部 6、空間座標補正部 6 で補正された 3 次元座標に対応付けて撮像装置 1、2 で撮影された画像を補正する正面画像生成部 7、図示しない CPU、ROM 等を備え、CPU が ROM と協働して当該画像補正装置 100 の動作を制御する。

【0022】

撮像装置 1、2 は、被写体 P の光学像をイメージセンサ 2 b、2 b に導く撮像光学系 1 a、2 a、撮像光学系 1 a、2 a を介して結像した光学像を受光量に対応付けて電気信号に変換するイメージセンサ 1 b、2 b、イメージセンサ 1 b、2 b から出力した電気信号を記憶する画像メモリ 1 c、2 c 等によって構成されている。

10

【0023】

また、イメージセンサ 1 b 及び 2 b は、複数の光電変換素子がマトリクス状に配置されて、個々の光電変換素子毎に被写体光を光電変換してアナログ電気信号に変換すると共に、このアナログ電気信号をデジタル値に変換し、画像メモリ 1 c、2 c に出力する。

【0024】

また、画像メモリ 1 c、2 c は、イメージセンサ 1 b、2 b から出力されたデジタル信号を、光電変換素子の配置に対応付けて記憶する。

20

【0025】

次に、対応点抽出部 4 は、パターンマッチング処理部 3 で検出された相関度に基づいて画素分布が最も近似している少なくとも 4 組の領域を抽出し、この領域の中央点を一对の画像間の対応点とする。この際、抽出する対応点の組数は、少なくとも 4 組であって更に多数であることが好ましい。また、複数の対応点は、撮影画面の大きさに応じて適度に離間していることが好ましい。

【0026】

次に、空間座標算出部 5 は、対応点抽出部 4 で抽出された複数の対応点の、実空間における 3 次元座標を算出する対応点空間座標算出部 5 a、対応点空間座標算出部 5 a で算出された 3 次元座標に基づいて、被写体 P の 3 次元座標を 2 次元座標に射影変換する際の変換係数を算出する射影変換係数算出部 5 b、撮像装置 1、2 の画像座標毎に空間座標（実空間における 3 次元座標）を算出する画素毎空間座標算出部 5 c 等によって構成されている。

30

【0027】

本実施例の画像補正装置 100 では、前述のように 4 組以上の対応点を得るためにステレオ撮影し、撮影された画像における座標 (u, v) と空間座標 (x, y, z) の組を求める。

【0028】

ステレオ撮影による画像計測は、図 2 に表したように、被写体 P の実空間座標を P (x, y, z)、第 1 撮像装置 1 で撮影された被写体 P の画像座標を P₁ (x₁, y₁)、第 2 撮像装置 2 で撮影された被写体 P の画像座標を P₂ (x₂, y₂)、撮像装置 1 における結像位置を O₁、撮像装置 2 における結像位置を O₂、撮像装置 1 及び撮像装置 2 の焦点距離を c、基線長（撮像装置 1 と撮像装置 2 との光軸間距離である）を B とすると、(式 2) ~ (式 4) の関係がある。

40

$$x_1 = c \cdot x / z \dots (\text{式 2})$$

$$y_1 = y_2 = c \cdot y / z \dots (\text{式 3})$$

$$x_2 - x_1 = c \cdot B / z \dots (\text{式 4})$$

そこで、(式 4) により z を求め、この求めた z を (式 2)、(式 3) に代入することにより、x、y を求め、被写体 P の三次元座標 P (x, y, z) を得ることができる。

【0029】

この際、平面方向（撮像装置 1、2 から計測対象に向かう光軸方向に直交する平面）の

50

分解能を $X Y$ 、奥行方向（撮像装置 1、2 から計測対象に向かう光軸方向）の分解能を Z 、撮像装置 1 及び撮像装置 2 の画像分解能（1 ピクセルの大きさ）を p 、撮影距離を L とすると、（式 5）、（式 6）を用いて、夫々の分解能を求めることができる。

$$X Y = (L / C) \times p \quad \dots \quad (\text{式 5})$$

$$Z = (L / B) \times X Y \quad \dots \quad (\text{式 6})$$

【0030】

例えば、焦点距離 c を 10 mm、撮影距離 L を 1 m、基線長 B を 10 cm、画像分解能 p を $5 \mu\text{m}$ としたとき、これらの数値を（式 5）、（式 6）に代入することにより、平面分解能が 0.5 mm、奥行分解能が 5 mm になる。

【0031】

また、対応点空間座標算出部 5 a は、対応点抽出部 4 を介してえられた 4 組の対応点に対となる画像座標毎に、（式 2）～（式 4）を用いて、4 組の対応点に対応する実空間座標 (x, y, z) を算出する。

【0032】

次に、射影変換係数算出部 5 b は、（式 1）に 4 組の対応点に対応する実空間座標 (x, y, z) と画像座標 (u, v) を代入して、（式 1）の条件を満足する変換係数 $(a_1 \sim a_8)$ を算出する。

【0033】

次に画素毎空間座標算出部 5 c は、（式 1）から画像座標 $x y$ を求める算式（式 7）に変換し、（式 7）を用いて、撮影された全ての画像座標に対応する空間座標 (x, y, z) を算出する。また、この際、（式 2）を用いて z 座標を算出する。

【数 2】

$$x = \frac{(a_8 v - a_5) u - (a_8 u - a_2) v}{(a_7 u - a_1)(a_8 v - a_5) - (a_8 u - a_2)(a_7 v - a_4)}$$

$$y = \frac{(a_7 u - a_1) v - (a_7 v - a_4) u}{(a_7 u - a_1)(a_8 v - a_5) - (a_8 u - a_2)(a_7 v - a_4)}$$

. . . (式7)

【0034】

次に、空間座標補正部 6 は、認識したい文字や図形が含まれた被写体 P の空間的配置が判明したので、図 3 (a)、図 3 (b) に表したように、この画像データを正面からみた画像データに変換する。

【0035】

空間座標補正部 6 は、空間座標算出部 5 で算出された 3 次元座標に基づいて、3 次元座標が同一の平面上に構成される 3 次元空間上の平面に対する法線ベクトルを算出する法線ベクトル算出部 6 a、法線ベクトル算出部 6 a で算出された法線ベクトルに基づいて、3 次元空間上の平面に対する撮像装置 1、2 の傾斜角（、）を算出する傾斜角算出部 6 b、傾斜角算出部 6 b で算出された傾斜角（、）に基づいて、傾斜角（、）を打ち消すように 3 次元座標 (x, y, z) を補正する空間座標回転補正部 6 c、等によって構成されている。

【0036】

詳しくは、法線ベクトル算出部 6 a は、画素毎空間座標算出部 5 c で算出された 3 点以上の空間座標 (x, y, z) を夫々（式 8）に代入し、（式 8）を満足するベクトル (a, b, c) を求める。

$$a x + b y + c z + d = 0 \quad \dots \quad (\text{式 8})$$

【0037】

次に、傾斜角算出部 6 b は、図 3 (b) に表したように、法線ベクトルを極座標に表示して、 x 軸、 z 軸となす角度を夫々、とすると（式 9）の関係式があるので、この関

10

20

30

40

50

係式における x 、 y 、 z に a 、 b 、 c を代入して、傾斜角 θ 、 Φ を算出する。

【数 3】

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \quad \dots (式9)$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{z}$$

$$\Phi = \tan^{-1} \frac{y}{x}$$

【0038】

次に、空間座標回転補正部 6 c は、三次元空間座標に対して、 θ 、 Φ の傾斜角分を補正して正面から見た座標に変換する。この際、正面から見た座標を (X_f, Y_f, Z_f) と表し傾斜した平面座標を (X_s, Y_s, Z_s) と表すと、(式 10) を用いて、正面から見た座標 (X_f, Y_f, Z_f) を得ることができる。

【数 4】

$$\begin{pmatrix} x_f \\ y_f \\ z_f \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & 0 & -\sin \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \theta & 0 & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \Phi & \sin \Phi & 0 \\ -\sin \Phi & \cos \Phi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_s \\ y_s \\ z_s \end{pmatrix} \quad \dots (式10)$$

【0039】

次に、正面画像生成部 7 は、空間座標回転補正部 6 c で得られた正面画像の画素座標 (X_f, Y_f, Z_f) に対応付けて、撮影された画像を補正する。この際、空間座標 (X_f, Y_f, Z_f) は、必ずしも撮像装置 1、2 の画像座標に一致するとは限らないので、その際には、共 1 次内挿法を用いて、空間座標の画素に対応付けて画像座標の画素を補間生成する。

【0040】

以上のように、本実施例に記載の画像補正装置 100 は、被写体 P をステレオ撮影する一対の撮像装置 1、2、ステレオ撮影によって得られた一対の画像間の対応点を抽出する対応点抽出部 4、対応点の画像座標に基づいて、対応点に対応する被写体 P の 3 次元座標を算出する対応点空間座標算出部 5 a、対応点空間座標算出部 5 a で算出された 3 次元座標に基づいて、被写体 P の 3 次元座標を 2 次元座標に射影変換する際の変換係数 $(a_1 \sim a_8)$ を算出する射影変換係数算出部 5 b、変換係数に基づいて、撮影された画像の座標毎に 3 次元座標を算出する画素毎空間座標算部 5 c、画素毎空間座標算部 5 c で算出された 3 次元座標に基づいて、3 次元座標が構成される 3 次元空間上の平面に対する撮像装置 1、2 の傾斜角 (θ_1, θ_2) を算出する傾斜角算出部 6 b、傾斜角算出部 6 b で算出された傾斜角 (θ_1, θ_2) に基づいて、傾斜角 (θ_1, θ_2) を打ち消すように 3 次元座標を補正する空間座標回転補正部 6 c、空間座標回転補正部 6 c で補正された 3 次元座標に対応付けて、撮影された画像を補正して被写体 P を正面から撮影した画像を生成する正面画像生成部 7、等を備えている。

【0041】

これにより、本実施例の画像補正装置 100 は、撮影対象（特には、撮影対象が文字や図形が形成された平面体である）に対して傾斜されて撮影されて元の画像から歪んで得られた画像を補正する際に、元の画像と撮影された画像との、撮影前の既知の対応点や基準線を必要とせず、撮影された画像の傾き及び歪みを品位良く補正できる。

【0042】

次に、図 3 を用いて、本発明の一実施例の画像補正方法の手順を説明する。この手順は、図示されない CPU が図示されない ROM に格納されたプログラムにもとづいて、各機能部に指令信号を与えて実行する。また、図 3 における S は、ステップを表している。

【0043】

10

20

30

40

50

まず、この手順は、オペレータによって画像補正装置 100 に起動信号が入力された際にスタートする。

【0044】

次いで、S100において、以前の画像処理で算出されたデータを初期化し、その後、S110に移る。

【0045】

次いで、S110において、撮像装置 1、2 を用いて被写体 P をステレオ撮影して画像データを取得し、その後、S120に移る。

【0046】

次いで、S120において、パターンマッチング処理部 3 を用いて、第 1 撮像装置 1 及び第 2 撮像装置 2 で撮影された夫々の画像データを所定領域毎に走査して相関度を検出し、その後、S130に移る。

10

【0047】

次いで、S130において、対応点抽出部 4 を用いて、S120 で検出された相関度に基づいて画素分布が最も近似している（所謂、相関度が高い）少なくとも 4 組の領域を抽出し、この領域の中央点を一对の画像間の対応点として検出し、その後、S140に移る。

【0048】

次いで、S140において、対応点空間座標算出部 5 a を用いて、S130 で算出された対応点毎に空間座標 (x, y, z) を算出し、その後、S150に移る。

【0049】

20

次いで、S150において、射影変換係数算出部 5 b を用いて、被写体 P の 3 次元座標を 2 次元座標に射影変換する際の変換係数 (a₁ ~ a₈) を算出し、その後、S160に移る。

【0050】

次いで、S160において、画素毎空間座標算出部 5 c を用いて、撮影された画像の画素毎の空間座標を算出し、その後、S170に移る。

【0051】

次いで、S170において、法線ベクトル算出部 6 a を用いて、3 次元座標が同一の平面上に構成される 3 次元空間上の平面に対する法線ベクトルを算出し、その後、S180に移る。

30

【0052】

次いで、S180において、傾斜角算出部 6 b を用いて、S170 で算出された法線ベクトルに基づいて、3 次元空間上の平面に対する撮像装置 1、2 の傾斜角 () を算出し、その後、S190に移る。

【0053】

次いで、S190において、空間座標回転補正部 6 c を用いて、S180 で算出された傾斜角 () に基づいて、傾斜角 () を打ち消すように 3 次元座標 (x, y, z) を補正し、その後、S200に移る。

【0054】

次いで、S200において、正面画像生成部 7 を用いて、S190 で補正された 3 次元座標に対応付けて、撮影された画像を補正して正面から見た画像を生成し、本画像補正方法の処理を終了する。

40

【0055】

以上のように、本実施例に記載の画像補正方法は、被写体 P をステレオ撮影する一对の撮像装置 1、2、ステレオ撮影によって得られた一对の画像間の対応点を抽出する対応点抽出ステップ (S130)、対応点の画像座標に基づいて、対応点に対応する被写体 P の 3 次元座標を算出する 3 次元座標算出ステップ (S140)、対応点算出ステップ (S140) で算出された 3 次元座標に基づいて、被写体 P の 3 次元座標を 2 次元座標に射影変換する際の変換係数を算出する射影変換係数算出ステップ (S150)、変換係数に基づいて、撮影された画像の座標毎に 3 次元座標を算出する第 2 の 3 次元座標算出ステップ (

50

S 1 6 0)、第2の3次元座標算出ステップ(S 1 6 0)で算出された3次元座標に基づいて、3次元座標が同一の平面上に構成される3次元空間上の平面に対する撮像装置1、2の傾斜角(、)を算出する傾斜角算出ステップ(S 1 8 0)、傾斜角算出ステップ(S 1 8 0)で算出された傾斜角(、)に基づいて、傾斜角(、)を打ち消すように、3次元座標を補正する3次元座標補正ステップ(S 1 9 0)、3次元座標補正ステップ(S 1 9 0)で補正された3次元座標に対応付けて、撮影された画像を補正して被写体Pを正面から撮影した画像を生成する画像傾き補正ステップ(S 2 0 0)、等を備えている。

【0056】

これにより、本実施例の画像補正方法は、撮影対象(特には、撮影対象が文字や図形が形成された平面体である)に対して傾斜されて撮影されて元の画像から歪んで得られた画像を補正する際に、元の画像と撮影された画像との、撮影前の既知の対応点や基準線を必要とせず、撮影された画像の傾き及び歪みを品位良く補正できる。

10

【0057】

以上、本発明の一実施例について説明したが、本発明は前記実施例に限定されるものでなく、各種の態様をとることができる。

【産業上の利用可能性】

【0058】

本発明に係る画像補正装置及び画像補正方法は、書画カメラによる手書き文字や印刷物の撮影やデジタルカメラによるホワイトボードに記述された図形や文字の撮影等において、カメラの視点を対象物の中心位置の垂直方向から見えるように撮影条件を設定する際に適用できる。

20

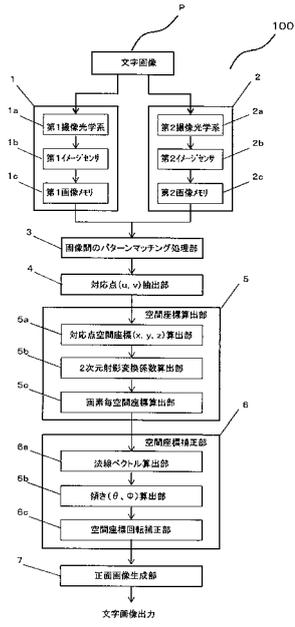
【符号の説明】

【0059】

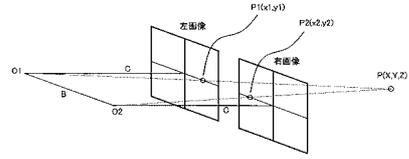
1...第1撮像装置、1 a...第1撮像光学系、1 b...第1イメージセンサ、1 c...第1画像メモリ、2...第2撮像装置、2 a...第2撮像光学系、2 b...第2イメージセンサ、2 c...第2画像メモリ、3...パターンマッチング処理部、4...対応点抽出部、5...空間座標算出部、5 a...対応点空間座標算出部、5 b...射影変換係数算出部、5 c...画素毎空間座標算出部、6...空間座標補正部、6 a...法線ベクトル算出部、6 b...傾斜角算出部、6 c...空間座標回転補正部、7...正面画像生成部、1 0 0...画像補正装置。

30

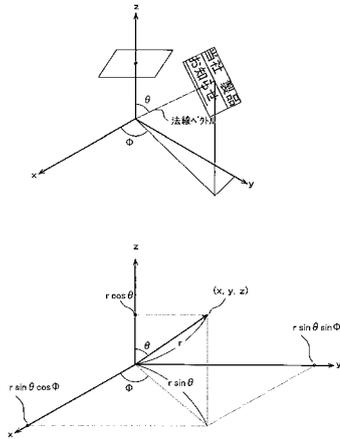
【 図 1 】



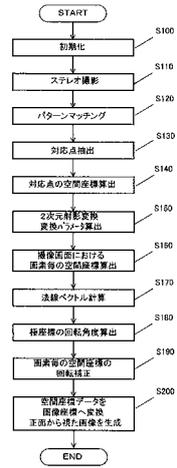
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

