

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4363151号
(P4363151)

(45) 発行日 平成21年11月11日(2009.11.11)

(24) 登録日 平成21年8月28日(2009.8.28)

(51) Int.Cl.

F I

G06T 3/00 (2006.01)

G06T 3/00 200

G06T 7/60 (2006.01)

G06T 7/60 150P

G06T 1/00 (2006.01)

G06T 7/60 150S

H04N 1/387 (2006.01)

G06T 7/60 300A

H04N 1/40 (2006.01)

G06T 1/00 C

請求項の数 11 (全 44 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-354392 (P2003-354392)
 (22) 出願日 平成15年10月14日(2003.10.14)
 (65) 公開番号 特開2005-122320 (P2005-122320A)
 (43) 公開日 平成17年5月12日(2005.5.12)
 審査請求日 平成17年8月1日(2005.8.1)

(73) 特許権者 000001443
 カシオ計算機株式会社
 東京都渋谷区本町1丁目6番2号
 (74) 代理人 100095407
 弁理士 木村 満
 (72) 発明者 櫻井 敬一
 東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ
 計算機株式会社 羽村技術センター内
 (72) 発明者 牧野 哲司
 東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ
 計算機株式会社 羽村技術センター内

審査官 酒井 伸芳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮影装置、その画像処理方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮影対象物を撮影する撮影装置において、
 前記撮影対象物を撮影する撮影部と、
 前記撮影部で撮影することによって得られた前記撮影対象物の画像の歪みを補正するよう
 に、前記撮影画像に対して画像処理を行う画像処理部と、を備え、
 前記画像処理部は、
 前記撮影対象物の画像から当該画像の輪郭を取得し、取得した前記輪郭から前記画像の
 形状を取得する形状取得部と、
 前記形状取得部が取得した前記画像の形状と実際の撮影対象物の形状とを3次元の座標
 系を設定することで対応させて、前記撮影対象物の画像の頂点位置から、前記画像と実際
 の撮影対象物との関係を示す射影パラメータを求める射影パラメータ取得部と、
 前記撮影部が有するレンズの焦点距離と前記撮影対象物の画像の頂点位置とに基づいて
 前記撮影対象物の縦横比を求める縦横比取得部と、
 前記射影パラメータ取得部が求めた射影パラメータと前記縦横比取得部が求めた縦横比
 とを用いて前記撮影対象物の画像の画像変換を行う画像変換部と、を備えた、
 ことを特徴とする撮影装置。

【請求項2】

前記射影パラメータ取得部は、
 前記撮影部、前記撮影対象物が存在する空間に、3次元の(U, V, W)座標系を設定

10

20

し、前記撮影対象物を射影する投影面を前記空間に配置して、前記投影面上に（X，Y，Z）座標系を設定し、前記撮影対象物を矩形として、数 1 及び数 2 に示す関係式から求められた数 3 に示す関係式と数 4 に示す射影変換式とを対応させて、数 5 に示す射影パラメータからなる射影変換式を取得するものであり、

前記縦横比取得部は、数 6 に示す関係式から撮影対象物の縦横比を求め、

前記画像変換部は、数 6 及び数 7 に示す関係式と数 5 に示す射影変換式とを対応させて、前記撮影対象物の画像の画像変換を行う、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の撮影装置。

【数 1】

$$P = S + m \cdot A + n \cdot B$$

10

但し、P：撮影対象物の所定の点の座標（ベクトル）

S：(U, V, W)座標系の原点と撮影対象物との間の距離（ベクトル）

A, B：撮影対象物の辺の長さ（ベクトル）

m：Aベクトルの係数（ $0 \leq m \leq 1$ ）

n：Bベクトルの係数（ $0 \leq n \leq 1$ ）

【数 2】

$$\begin{cases} Su = k1 \cdot x0 \\ Sv = k1 \cdot y0 \\ Sw = k1 \cdot f \end{cases}$$

20

$$\begin{cases} Au = k1 \cdot \{x1 - x0 + \alpha \cdot x1\} \\ Av = k1 \cdot \{y1 - y0 + \alpha \cdot y1\} \\ Aw = k1 \cdot \alpha \cdot f \end{cases}$$

$$\begin{cases} Bu = k1 \cdot \{x3 - x0 + \beta \cdot x3\} \\ Bv = k1 \cdot \{y3 - y0 + \beta \cdot y3\} \\ Bw = k1 \cdot \beta \cdot f \end{cases}$$

$$k1 = Sw/f$$

30

但し、Su, Sv, Sw：3次元座標系（U，V，W）におけるSベクトルの長さ

Au, Av, Aw：Aベクトルの長さ

Bu, Bv, Bw：Bベクトルの長さ

f：撮影部が有するレンズの焦点距離

α 、 β ：A，Bベクトルに対応する係数

【数 3】

$$\begin{cases} x = \frac{m \cdot (x1 - x0 + \alpha \cdot x1) + n \cdot (x3 - x0 + \beta \cdot x3) + x0}{1 + m \cdot \beta + n \cdot \alpha} \\ y = \frac{m \cdot (y1 - y0 + \alpha \cdot y1) + n \cdot (y3 - y0 + \beta \cdot y3) + y0}{1 + m \cdot \alpha + n \cdot \beta} \end{cases}$$

$$\alpha = \frac{(x0 - x1 + x2 - x3) \cdot (y3 - y2) - (x3 - x2) \cdot (y0 - y1 + y2 - y3)}{(x1 - x2) \cdot (y3 - y2) - (x3 - x2) \cdot (y1 - y2)}$$

$$\beta = \frac{(x1 - x2) \cdot (y0 - y1 + y2 - y3) - (x0 - x1 + x2 - x3) \cdot (y1 - y2)}{(x1 - x2) \cdot (y3 - y2) - (x3 - x2) \cdot (y1 - y2)} \quad 10$$

但し、

x, y : それぞれ、投影面上の撮影対象物の画像の各点の座標

$x0, x1, x2, x3, y0, y1, y2, y3$: 前記投影面に投影された撮影対象物の画像の頂点位置
 $(x0, y0), (x1, y1), (x2, y2), (x3, y3)$ を示す座標値

【数 4】

$$(x', y', z') = (u, v, 1) \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \quad 20$$

但し、

x', y', z' : 前記投影面に投影された撮影対象物の画像の各点の座標

$x0, x1, x2, x3, y0, y1, y2, y3$: 前記投影面に投影された撮影対象物の画像の頂点位置
 $(x0, y0), (x1, y1), (x2, y2), (x3, y3)$ を示す座標値

【数 5】

$$(x', y', z') = (m, n, 1) \begin{pmatrix} x1 - x0 + \alpha \cdot x1 & y1 - y0 + \alpha \cdot y1 & \alpha \\ x3 - x0 + \beta \cdot x3 & y3 - y0 + \beta \cdot y3 & \beta \\ x0 & y0 & 1 \end{pmatrix} \quad 30$$

【数 6】

$$k = \frac{|B|}{|A|} = \frac{\sqrt{(x3 - x0 + \beta \cdot x3)^2 + (y3 - y0 + \beta \cdot y3)^2 + (\beta f)^2}}{\sqrt{(x1 - x0 + \alpha \cdot x1)^2 + (y1 - y0 + \alpha \cdot y1)^2 + (\alpha f)^2}}$$

但し、 f : 撮影部が有するレンズの焦点距離

【数 7】

(1) $v_{\max}/u_{\max} \leq k$ のとき

$$m = \frac{u}{v_{\max}} \quad (0 \leq u < u_{\max})$$

$$n = \frac{v}{v_{\max}}$$

(2) $v_{\max}/u_{\max} > k$ のとき

10

$$m = \frac{u}{u_{\max}}$$

$$n = \frac{v}{u_{\max}} \quad (0 \leq v < v_{\max})$$

但し、

画像変換後の画像 $p(u, v)$ の画像サイズを $(0 \leq u < u_{\max}, 0 \leq v < v_{\max})$ とする。

【請求項 3】

前記形状取得部は、前記撮影対象物の画像の解像度を低減して縮小画像を生成し、生成した縮小画像に基づいて前記撮影対象物の画像の輪郭を取得する、
ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の撮影装置。 20

【請求項 4】

前記撮影対象物の画像データを記憶する記憶部を備えた、
ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の撮影装置。

【請求項 5】

前記記憶部は、前記撮影対象物の画像データとして、前記撮影部で撮影することによって得られた画像処理前の画像データを記憶する、
ことを特徴とする請求項 4 に記載の撮影装置。

【請求項 6】

前記記憶部は、前記撮影対象物の画像データとして、前記画像処理部が画像処理を行った画像を記憶する、
ことを特徴とする請求項 4 に記載の撮影装置。 30

【請求項 7】

前記撮影対象物の画像を表示する表示部を備えた、
ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の撮影装置。

【請求項 8】

前記画像処理部は、前記表示部に前記撮影対象物の画像を、画像処理を施す画像よりも低い解像度のプレビュー画像を表示させる、
ことを特徴とする請求項 7 に記載の撮影装置。 40

【請求項 9】

撮影によって得られた原稿画像の歪みを補正する画像処理装置において、
前記原稿画像から前記原稿画像の輪郭を取得し、取得した前記輪郭から前記原稿画像の形状を取得する形状取得部と、

前記形状取得部が取得した前記原稿画像の形状と実際の原稿の形状とを 3 次元の座標系を設定することで対応させて、前記原稿画像の頂点位置から、前記原稿画像と実際の原稿の形状との関係を示す射影パラメータを求める射影パラメータ取得部と、

前記撮影部が有するレンズの焦点距離と前記原稿画像の頂点位置とに基づいて実際の原稿の縦横比を求める縦横比取得部と、

前記射影パラメータ取得部が求めた射影パラメータと前記縦横比取得部が求めた縦横比 50

とを用いて前記原稿画像の画像変換を行う画像変換部と、を備えた、
ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 10】

撮影部により撮影対象物を撮影することによって得られた前記撮影対象物の画像の歪みを補正するように、前記撮影対象物の画像に対して画像処理を行う撮影装置の画像処理方法であって、

前記撮影対象物の画像から当該画像の輪郭を取得し、取得した前記輪郭から前記画像の形状を取得するステップと、

取得した前記画像の形状と実際の撮影対象物の形状とを3次元の座標系を設定することで対応させて、前記撮影対象物の画像の頂点位置から、前記画像と実際の撮影対象物との関係を示す射影パラメータを求めるステップと、

前記撮影部が有するレンズの焦点距離と前記撮影対象物の画像の頂点位置とに基づいて前記撮影対象物の縦横比を求めるステップと、

求めた射影パラメータと縦横比とを用いて前記撮影対象物の画像の画像変換を行うステップと、を備えた、

ことを特徴とする撮影装置の画像処理方法。

【請求項 11】

撮影部を有した撮影装置が備えるコンピュータに、

前記撮影部により撮影対象物を撮影することによって得られた前記撮影対象物の画像から当該画像の輪郭を取得し、取得した前記輪郭から前記撮影対象物の画像の形状を取得する手順、

取得した前記画像の形状と実際の撮影対象物の形状とを3次元の座標系を設定することで対応させて、前記撮影対象物の画像の頂点位置から、前記撮影対象物の画像と実際の撮影対象物との関係を示す射影パラメータを求める手順、

前記撮影部が有するレンズの焦点距離と前記撮影対象物の画像の頂点位置とに基づいて前記撮影対象物の縦横比を求める手順、

求めた射影パラメータと縦横比とを用いて、前記撮影対象物の画像の歪みを補正するように前記画像に対して画像変換を行う手順、

を実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮影装置、その画像処理方法及びプログラムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

デジタルカメラの発達と蓄積型メモリの低価格化に伴い、デジタルカメラを単なる風景や人の撮影だけに用いるのではなく、紙面文書や名刺などの書類、また、会議での筆記された黒板等に表示されたものを撮影し、これらの画像をパーソナルコンピュータ等にデジタル的に保存し、管理をおこなう応用が考えられつつある。

【0003】

このように書類や黒板の撮影を行う場合、その撮影対象物を正面かつ垂直に撮影することが望ましい。しかし、机上におかれた書類の撮影を正面かつ垂直に撮影することは困難である。また、黒板を撮影する場合も、撮影者の位置によって、黒板を正面から撮影することが難しい場合もある。また、正面から撮影できたとしても、ライトの映り込みなどの理由で正面から撮影するのを避けた方が好ましい場合もある。このように書類などの対象物を斜め方向から撮影した場合、文字等が斜め、または台形に歪む。もちろん、これらの文字の判読は可能である。しかし、判読できたとしても、読むには非常に疲れやすいものである。またこれらの画像は歪みをもっているので、この画像を再利用することも難しい。

【0004】

このような不具合を解消するものとして、例えば、2つの視差のある画像を用いて画像の歪みを補正するようにしたものがある（例えば、特許文献1参照）。

【0005】

また、既知の固定形状を想定し、この固定形状内に入力画像を配置して、固定形状の歪み方を調べることにより、本来の平面上での形状に復元する変換パラメータを発見し、入力画像のあおり歪みを補正するものもある（例えば、特許文献2参照）。

【0006】

また、被写体面に直交格子を導入した後に被写体面を撮影し、撮影された画像中の各格子点の空間座標を求め、撮像面に設けられた座標系に直交変換を施して射影することにより、画像歪みを補正するものもある（例えば、特許文献3参照）。

10

【0007】

また、カメラの撮像面と被写体面とのなす傾斜角を入力する角度設定部と、被写体までの距離を測定する測距部とを設け、角度設定部を用いて入力された傾斜角に対応した状態で被写体面を撮影することにより、入力された傾斜角と、測距部で検出された被写体面距離とに基づいて、被写体を正面から見た画像に一致するように撮影された画像を補正するものもある（例えば、特許文献4参照）。

【0008】

また、回転軸に固定されたカメラの方向に関する情報に基づいて、撮影対象の幾何形状が正しく再現されるように画像のあおり歪みを補正するものもある（例えば、特許文献5参照）。

20

【0009】

また、入力された画像の上下左右の4つの部分画像を作成し、それぞれの部分画像の傾きを基に不等辺四角形を作成し、不等辺四角形の互いに対向する水平方向の2辺が平行となるようにあおり回転変換を行なうことにより、水平あおり角 α を求めてから互いに平行な2辺と垂直に交わる直線が垂直方向となす角をスキュー回転角 β として求める。残りの対向する2辺が平行となるように垂直方向にあおり回転変換することにより、垂直あおり角 γ を求める。水平あおり角 α とスキュー回転角 β と垂直あおり角 γ を用いて、入力された画像に幾何変換を施して実現をおこなっているものがある（例えば、特許文献6参照）。

【特許文献1】特開2001-134751号公報

30

【特許文献2】特開平3-94383号公報

【特許文献3】特開平5-101221号公報

【特許文献4】特開平9-289600号公報

【特許文献5】特開平11-98485号公報

【特許文献6】特開2000-341501号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかし、特許文献1に記載されている装置では、2つの視差のある画像を用意することは、1つのレンズで構成されるカメラでは、2箇所からの撮影が必要になり、非常に煩わしい。

40

【0011】

また、特許文献2に記載されている装置では、撮影対象物を、形状が既知の固定図形内に配置する必要があるので、撮影対象物として、例えば、紙面を撮影するために面倒な作業が必要になる。

【0012】

また、特許文献3に記載されている装置では、被写体面に直交格子を重ね合わせ、各格子点の2次元座標を手動で入力するという作業が必要であり、簡便な動作で被写体面を撮影することが困難である。

【0013】

50

また、特許文献 4 に記載されている装置では、角度設定部を操作して、撮像面と被写体面とのなす傾斜角を手動で正確に入力することは非常に困難であり、その結果として高い精度で画像のあおり歪みを補正することが困難になる。

【 0 0 1 4 】

また、特許文献 5 に記載されている装置では、原稿面と撮像面との間の距離及び傾斜角はカメラの機械的な構造及び配置によって決定され、カメラを一定の高さに固定し、かつ、回転軸周りに回転可能になるように設置する必要があるため、装置が大掛かりになると共に装置コストが上昇してしまう。

【 0 0 1 5 】

また、特許文献 6 に記載されている装置では、多くの回転変換処理を行わなければならない
10
ず、演算数が多くなり、高価な演算装置を必要とする。また、処理時間も多く費やすことになる。

【 0 0 1 6 】

本発明は、このような従来の問題点に鑑みてなされたもので、容易に撮影対象物の画像を補正することが可能な撮影装置、その画像処理方法及びプログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 7 】

この目的を達成するため、本発明の第 1 の観点に係る撮影装置は、
撮影対象物を撮影する撮影装置において、
前記撮影対象物を撮影する撮影部と、
前記撮影部で撮影することによって得られた前記撮影対象物の画像の歪みを補正するよ
うに、前記撮影画像に対して画像処理を行う画像処理部と、を備え、

前記画像処理部は、

前記撮影対象物の画像から当該画像の輪郭を取得し、取得した前記輪郭から前記画像の形状を取得する形状取得部と、

前記形状取得部が取得した前記画像の形状と実際の撮影対象物の形状とを 3 次元の座標系を設定することで対応させて、前記撮影対象物の画像の頂点位置から、前記画像と実際の撮影対象物との関係を示す射影パラメータを求める射影パラメータ取得部と、

前記撮影部が有するレンズの焦点距離と前記撮影対象物の画像の頂点位置とに基づいて
前記撮影対象物の縦横比を求める縦横比取得部と、

前記射影パラメータ取得部が求めた射影パラメータと前記縦横比取得部が求めた縦横比とを用いて前記撮影対象物の画像の画像変換を行う画像変換部と、を備えたことを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

前記射影パラメータ取得部は、

前記撮影部、前記撮影対象物が存在する空間に、3次元の (U, V, W) 座標系を設定し、前記撮影対象物を射影する投影面を前記空間に配置して、前記投影面上に (X, Y, Z) 座標系を設定し、前記撮影対象物を矩形として、数 1 及び数 2 に示す関係式から求められた数 3 に示す関係式と数 4 に示す射影変換式とを対応させて、数 5 に示す射影パラメータからなる射影変換式を取得するものであり、

前記縦横比取得部は、数 6 に示す関係式から撮影対象物の縦横比を求め、

前記画像変換部は、数 6 及び数 7 に示す関係式と数 5 に示す射影変換式とを対応させて、前記撮影対象物の画像の画像変換を行うようにしてもよい。

10

20

30

40

【数 1】

$$P = S + m \cdot A + n \cdot B$$

但し、P：撮影対象物の所定の点の座標（ベクトル）

S：(U, V, W)座標系の原点と撮影対象物との間の距離（ベクトル）

A, B：撮影対象物の辺の長さ（ベクトル）

m：Aベクトルの係数（ $0 \leq m \leq 1$ ）

n：Bベクトルの係数（ $0 \leq n \leq 1$ ）

【数 2】

10

$$\begin{cases} S_u = k1 \cdot x0 \\ S_v = k1 \cdot y0 \\ S_w = k1 \cdot f \\ \\ A_u = k1 \cdot \{x1 - x0 + \alpha \cdot x1\} \\ A_v = k1 \cdot \{y1 - y0 + \alpha \cdot y1\} \\ A_w = k1 \cdot \alpha \cdot f \\ \\ B_u = k1 \cdot \{x3 - x0 + \beta \cdot x3\} \\ B_v = k1 \cdot \{y3 - y0 + \beta \cdot y3\} \\ B_w = k1 \cdot \beta \cdot f \end{cases}$$

20

$$k1 = S_w / f$$

但し、 S_u, S_v, S_w ：3次元座標系（U, V, W）におけるSベクトルの長さ

A_u, A_v, A_w ：Aベクトルの長さ

B_u, B_v, B_w ：Bベクトルの長さ

f：撮影部が有するレンズの焦点距離

α, β ：A, Bベクトルに対応する係数

【数 3】

30

$$\begin{cases} x = \frac{m \cdot (x1 - x0 + \alpha \cdot x1) + n \cdot (x3 - x0 + \beta \cdot x3) + x0}{1 + m \cdot \beta + n \cdot \alpha} \\ y = \frac{m \cdot (y1 - y0 + \alpha \cdot y1) + n \cdot (y3 - y0 + \beta \cdot y3) + y0}{1 + m \cdot \alpha + n \cdot \beta} \end{cases}$$

$$\alpha = \frac{(x0 - x1 + x2 - x3) \cdot (y3 - y2) - (x3 - x2) \cdot (y0 - y1 + y2 - y3)}{(x1 - x2) \cdot (y3 - y2) - (x3 - x2) \cdot (y1 - y2)}$$

$$\beta = \frac{(x1 - x2) \cdot (y0 - y1 + y2 - y3) - (x0 - x1 + x2 - x3) \cdot (y1 - y2)}{(x1 - x2) \cdot (y3 - y2) - (x3 - x2) \cdot (y1 - y2)}$$

40

但し、

x, y：それぞれ、投影面上の撮影対象物の画像の各点の座標

$x0, x1, x2, x3, y0, y1, y2, y3$ ：前記投影面に投影された撮影対象物の画像の頂点位置

$(x0, y0), (x1, y1), (x2, y2), (x3, y3)$ を示す座標値

【数 4】

$$(x', y', z') = (u, v, 1) \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}$$

但し、

x', y', z' : 前記投影面に投影された撮影対象物の画像の各点の座標

$x_0, x_1, x_2, x_3, y_0, y_1, y_2, y_3$: 前記投影面に投影された撮影対象物の画像の頂点位置

$(x_0, y_0), (x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3)$ を示す座標値

10

【数 5】

$$(x', y', z') = (m, n, 1) \begin{pmatrix} x_1 - x_0 + \alpha \cdot x_1 & y_1 - y_0 + \alpha \cdot y_1 & \alpha \\ x_3 - x_0 + \beta \cdot x_3 & y_3 - y_0 + \beta \cdot y_3 & \beta \\ x_0 & y_0 & 1 \end{pmatrix}$$

【数 6】

$$k = \frac{|B|}{|A|} = \frac{\sqrt{(x_3 - x_0 + \beta \cdot x_3)^2 + (y_3 - y_0 + \beta \cdot y_3)^2 + (\beta f)^2}}{\sqrt{(x_1 - x_0 + \alpha \cdot x_1)^2 + (y_1 - y_0 + \alpha \cdot y_1)^2 + (\alpha f)^2}}$$

20

但し、 f : 撮影部が有するレンズの焦点距離

【数 7】

(1) $v_{\max}/u_{\max} \leq k$ のとき

$$m = \frac{u}{v_{\max}} \quad (0 \leq u < u_{\max})$$

$$n = \frac{v}{v_{\max}}$$

30

(2) $v_{\max}/u_{\max} > k$ のとき

$$m = \frac{u}{u_{\max}}$$

$$n = \frac{v}{u_{\max}} \quad (0 \leq v < v_{\max})$$

但し、

画像変換後の画像 $p(u, v)$ の画像サイズを $(0 \leq u < u_{\max}, 0 \leq v < v_{\max})$ とする。

【0019】

40

前記形状取得部は、前記撮影対象物の画像の解像度を低減して縮小画像を生成し、生成した縮小画像に基づいて前記撮影対象物の画像の輪郭を取得するようにしてもよい。

【0020】

前記撮影対象物の画像データを記憶する記憶部を備えてもよい。

【0021】

前記記憶部は、前記撮影対象物の画像データとして、前記撮影部で撮影することによって得られた画像処理前の画像データを記憶するようにしてもよい。

【0022】

前記記憶部は、前記撮影対象物の画像データとして、前記画像処理部が画像処理を行った画像を記憶するようにしてもよい。

50

【 0 0 2 3 】

前記撮影対象物の画像を表示する表示部を備えてもよい。

【 0 0 2 4 】

前記画像処理部は、前記表示部に前記撮影対象物の画像を、画像処理を施す画像よりも低い解像度のプレビュー画像を表示させるようにしてもよい。

【 0 0 2 5 】

本発明の第2の観点に係る画像処理装置は、

撮影によって得られた原稿画像の歪みを補正する画像処理装置において、

前記原稿画像から前記原稿画像の輪郭を取得し、取得した前記輪郭から前記原稿画像の形状を取得する形状取得部と、

前記形状取得部が取得した前記原稿画像の形状と実際の原稿の形状とを3次元の座標系を設定することで対応させて、前記原稿画像の頂点位置から、前記原稿画像と実際の原稿の形状との関係を示す射影パラメータを求める射影パラメータ取得部と、

前記撮影部が有するレンズの焦点距離と前記原稿画像の頂点位置とに基づいて実際の原稿の縦横比を求める縦横比取得部と、

前記射影パラメータ取得部が求めた射影パラメータと前記縦横比取得部が求めた縦横比とを用いて前記原稿画像の画像変換を行う画像変換部と、を備えたことを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

本発明の第3の観点に係る画像処理方法は、

撮影部により撮影対象物を撮影することによって得られた前記撮影対象物の画像の歪みを補正するように、前記撮影対象物の画像に対して画像処理を行う撮影装置の画像処理方法であって、

前記撮影対象物の画像から当該画像の輪郭を取得し、取得した前記輪郭から前記画像の形状を取得するステップと、

取得した前記画像の形状と実際の撮影対象物の形状とを3次元の座標系を設定することで対応させて、前記撮影対象物の画像の頂点位置から、前記画像と実際の撮影対象物との関係を示す射影パラメータを求めるステップと、

前記撮影部が有するレンズの焦点距離と前記撮影対象物の画像の頂点位置とに基づいて前記撮影対象物の縦横比を求めるステップと、

求めた射影パラメータと縦横比とを用いて前記撮影対象物の画像の画像変換を行うステップと、を備えたことを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

本発明の第4の観点に係るプログラムは、

撮影部を有した撮影装置が備えるコンピュータに、

前記撮影部により撮影対象物を撮影することによって得られた前記撮影対象物の画像から当該画像の輪郭を取得し、取得した前記輪郭から前記撮影対象物の画像の形状を取得する手順、

取得した前記画像の形状と実際の撮影対象物の形状とを3次元の座標系を設定することで対応させて、前記撮影対象物の画像の頂点位置から、前記撮影対象物の画像と実際の撮影対象物との関係を示す射影パラメータを求める手順、

前記撮影部が有するレンズの焦点距離と前記撮影対象物の画像の頂点位置とに基づいて前記撮影対象物の縦横比を求める手順、

求めた射影パラメータと縦横比とを用いて、前記撮影対象物の画像の歪みを補正するように前記画像に対して画像変換を行う手順、

を実行させるためのものである。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 8 】

本発明によれば、容易に撮影対象物の画像を補正することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 9 】

以下、本発明の実施の形態に係る撮影装置を図面を参照して説明する。

尚、実施形態では、撮影装置をデジタルカメラとして説明する。

【0030】

本実施形態に係るデジタルカメラ1の構成を図1に示す。

本実施形態に係るデジタルカメラ1は、撮影対象物として、白板2等の文字、図、写真等を撮影し、撮影によって得られた画像から、画像の歪みを検出して補正し、あたかも正面から撮影したような画像を生成するものである。デジタルカメラ1は、撮影レンズ部11と、液晶モニタ12と、シャッターボタン13と、を備える。

【0031】

撮影レンズ部11は、光を集光するレンズ等を備え、白板2等の文字、図、写真等からの光を集光するものである。

10

【0032】

液晶モニタ12は、撮影レンズ部11を介して内部に取り込まれた画像を映し出すためのものである。

シャッターボタン13は、撮影対象を撮影するときに押下するものである。

【0033】

このデジタルカメラ1は、図2に示すように、光学レンズ装置21と、イメージセンサ22と、メモリ23と、表示装置24と、画像処理装置25と、操作部26と、コンピュータインタフェース部27と、外部記憶IO装置28と、プログラムコード記憶装置29と、を備えて構成される。

20

【0034】

光学レンズ装置21は、撮影レンズ部11とその駆動部とを備えたものであり、イメージセンサ22上に、白板2の文字、図、写真等からの光を集光させて像を結像させる。

【0035】

イメージセンサ22は、結像した画像を、デジタル化した画像データとして取り込むためのものであり、CCD等によって構成される。イメージセンサ22は、CPU30によって制御され、シャッターボタン13が押下されなければ、プレビュー用の解像度の低いデジタルの画像データを生成し、この画像データを秒30枚程度の間隔で、定期的にメモリ23に送出する。また、イメージセンサ22は、シャッターボタン13が押下されると、解像度の高い画像データを生成し、生成した画像データをメモリ23に送出する。

30

【0036】

メモリ23は、イメージセンサ22からの低解像度のプレビュー画像、高解像度の画像データ又は画像処理装置25が画像処理する元画像のデータ、処理後の画像データを一時記憶するものである。メモリ23は、一時記憶した画像データを表示装置24又は画像処理装置25に送り出す。

【0037】

表示装置24は、液晶モニタ12を備え、液晶モニタ12に画像を表示させるためのものである。表示装置24は、メモリ23が一時記憶した低解像度のプレビュー画像又は解像度の高い画像を液晶モニタ12に表示する。

【0038】

40

画像処理装置25は、メモリ23に一時記憶された画像データに対して、画像データの圧縮、画像の歪み補正、画像効果処理等の画像処理を行うためのものである。

【0039】

デジタルカメラ1が、図3(a)にそれぞれ示すように、白板2の文字等を、向かって左方向、右方向から撮影すると、液晶モニタ12には、図3(b), (c)に示すように、白板2と文字、図、写真等の画像が歪んで表示される。画像処理装置25は、この図3(b), (c)に示すような画像に対して画像処理を施すことにより、図3(d)に示すような、正面から撮影したような画像を生成する。

【0040】

画像処理装置25は、画像歪みを補正するため、歪んだ画像から四角形を切り取り、切

50

り取った四角形に撮影画像を射影変換する。

【 0 0 4 1 】

さらに具体的には、画像処理装置 2 5 は、C P U 3 0 に制御されて、主に、以下の処理等を行う。

(1) 撮影画像からのアフィンパラメータ抽出

(2) 抽出したアフィンパラメータによる画像変換

(3) 画像変換の調整処理

(4) 輝度あるいは色差等に関する画像効果補正用パラメータの抽出及び画像効果処理
尚、これらの処理内容については、後述する。

【 0 0 4 2 】

操作部 2 6 は、書画投影の機能を制御するためのスイッチ、キーを備えたものである。操作部 2 6 は、ユーザが、これらのキー、スイッチを押下すると、応答してこのときの操作情報を C P U 3 0 に送信する。

【 0 0 4 3 】

操作部 2 6 は、図 4 に示すように、上縮小キー 1 1 1 と、下縮小キー 1 1 2 と、右縮小キー 1 1 3 と、左縮小キー 1 1 4 と、右回転キー 1 1 5 と、左回転キー 1 1 6 と、を備える。

【 0 0 4 4 】

上縮小キー 1 1 1 と、下縮小キー 1 1 2 と、右縮小キー 1 1 3 と、左縮小キー 1 1 4 とは、射影変換を行なうための射影変換キーである。上縮小キー 1 1 1 は、X 軸を中心に画像の上部と下部とを比較し、上部が大きい場合に、上部を紙面に向かって下方向に回転させるときに押下するキーである。

【 0 0 4 5 】

下縮小キー 1 1 2 は、X 軸を中心に画像の上部と下部を比較し、下部が大きい場合に、下部を紙面に向かって下方向に回転させるときに押下するキーである。

【 0 0 4 6 】

右縮小キー 1 1 3 と左縮小キー 1 1 4 とは、Y 軸側を中心に左右のひずみを調整するときに押下するキーであり、右縮小キー 1 1 3 は、右が大きいときに押下するキーであり、左縮小キー 1 1 4 は、左が大きいときに押下するキーである。

【 0 0 4 7 】

右回転キー 1 1 5 と左回転キー 1 1 6 とは、画像の回転を調整するための回転補正キーである。右回転キー 1 1 5 は、画像を右に回転するときに押下するキーであり、左回転キー 1 1 6 は、画像を左に回転するときに押下するキーである。

【 0 0 4 8 】

また、操作部 2 6 は、この他に、撮影キー、再生キー、カーソルキー、コントロールキー等（図示せず）を備える。撮影キーは、撮影対象物を撮影するときの撮影モードを選択するためのキーである。再生キーは、撮影によって得られた撮影対象画像を再生するときの再生モードを選択するためのキーである。コントロールキーは、操作を確定させる Y E S キー、操作をキャンセルするための N O キー、編集を行うための編集キー等の機能を有するキーである。

【 0 0 4 9 】

コンピュータインタフェース部 2 7 は、デジタルカメラ 1 がコンピュータ（図示せず）に接続されたときに、U S B のストレージクラスドライバとして動作するものである。これにより、コンピュータは、デジタルカメラ 1 に接続されると、メモリカード 3 1 をコンピュータの外部記憶装置として取り扱う。

【 0 0 5 0 】

外部記憶 I O 装置 2 8 は、メモリカード 3 1 との間で、画像データ等の入出力を行うものである。メモリカード 3 1 は、外部記憶 I O 装置 2 8 から供給された画像データ等を記憶するものである。

【 0 0 5 1 】

10

20

30

40

50

プログラムコード記憶装置 29 は、CPU 30 が実行するプログラムを記憶するためのものであり、ROM 等によって構成される。

【0052】

CPU 30 は、プログラムコード記憶装置 29 に格納されているプログラムに従って、システム全体を制御するものである。尚、メモリ 23 は、CPU 30 の作業メモリとしても用いられる。

【0053】

操作部 26 のスイッチ、キーが押下されることにより、操作部 26 から操作情報が送信されると、CPU 30 は、この操作情報に基づいて、イメージセンサ 22、メモリ 23、表示装置 24、画像処理装置 25 等を制御する。

10

【0054】

具体的には、CPU 30 は、操作部 26 から、撮影キーが押下された旨の操作情報が送信されると、各部を撮影モードに設定する。CPU 30 は、撮影モードに設定した状態で、シャッターボタン 13 が押下されなければ、イメージセンサ 22 をプレビューモードに設定し、シャッターボタン 13 が押下されれば、解像度の高い撮影対象画像を読み込む高解像度モードに設定する。また、CPU 30 は、再生キーが押下された旨の操作情報が送信されると、各部を再生モードに設定する。

【0055】

また、CPU 30 は、操作部 26 から、射影変換キー、回転補正キーが押下された旨の操作情報が送信されると、これらの操作情報を画像処理装置 25 に送信して、画像処理装置 25 を制御する。

20

【0056】

また、CPU 30 は、外部記憶 I/O 装置 28 を介してメモリカード 31 に、プレビュー画像、高解像度の画像のデータを記録したり、メモリカード 31 から、記録された画像データを読み出したりする。CPU 30 は、メモリカード 31 には、例えば、JPEG フォーマットで圧縮した画像データを記録する。

【0057】

CPU 30 は、メモリ 23 に画像データを一時記憶する際、プレビュー画像、高解像度の画像データを異なる記憶領域に記録する。また、CPU 30 は、メモリカード 31 には、画像データを画像ファイルに分けて記録し、記録する際、画像データに関するヘッダ情報も画像ファイルのヘッダ情報記憶領域に記録する

30

【0058】

次に本実施形態に係るデジタルカメラ 1 の動作を説明する。

ユーザがデジタルカメラ 1 の電源をオン（投入）すると、CPU 30 はプログラムコード記憶装置 29 に記憶されているプログラムのデータを取得する。ユーザが撮影ボタンを押下すると、操作部 26 は、この操作情報を CPU 30 に送信する。CPU 30 はこの操作情報を受信し、CPU 30、画像処理装置 25 等は、図 5 に示すフローチャートに従って撮影処理を実行する。

【0059】

CPU 30 は、イメージセンサ 22 をプレビューモードに設定する（ステップ S11）。

40

CPU 30 は、操作部 26 から送信された操作情報に基づいてシャッターボタン 13 が押下されたか否かを判定する（ステップ S12）。

【0060】

シャッターボタン 13 が押下されたと判定した場合（ステップ S12 において Yes）、CPU 30 は、イメージセンサ 22 に対して、プレビューモードから高解像度モードに切り替えてイメージセンサ 22 を制御する（ステップ S13）。

【0061】

CPU 30 は、イメージセンサ 22 が生成した高解像度の撮影対象画像のデータを、メモリ 23 上のプレビュー画像とは異なる記憶領域に記録する（ステップ S14）。

50

【 0 0 6 2 】

C P U 3 0 は画像データの読み込みが終了したか否かを判定する（ステップ S 1 5 ）。

読み込みが終了していないと判定した場合（ステップ S 1 5 において N o ）、C P U 3 0 は、引き続き、画像データの読み込みを行うようにイメージセンサ 2 2 を制御する。

【 0 0 6 3 】

画像データをすべて読み込んで画像転送も終了したと判定した場合（ステップ S 1 5 において Y e s ）、C P U 3 0 は、この撮影画像（高解像度画像）から、低解像度のプレビュー画像を生成し、メモリ 2 3 のプレビュー画像用の記憶領域上に、プレビュー画像のデータを書き込む（ステップ S 1 6 ）。

【 0 0 6 4 】

C P U 3 0 は、圧縮データを作成するように画像処理装置 2 5 を制御し、画像処理装置 2 5 は、圧縮データを作成する（ステップ S 1 7 ）。

C P U 3 0 は、この圧縮データを、外部記憶 I O 装置 2 8 を介してメモリカード 3 1 に記録し、画像処理装置 2 5 が作成した圧縮データを保存する（ステップ S 1 8 ）。

【 0 0 6 5 】

次に、画像処理装置 2 5 は、C P U 3 0 の制御の下、撮影画像から正面画像を作るための射影パラメータを抽出する（ステップ S 1 9 ）。

【 0 0 6 6 】

C P U 3 0 、画像処理装置 2 5 は、射影パラメータを抽出できたか否かを判定する（ステップ S 2 0 ）。

抽出できたと判定した場合（ステップ S 2 0 において Y e s ）、画像処理装置 2 5 は、抽出した射影パラメータに基づいて射影変換画像を作成する（ステップ S 2 1 ）。

【 0 0 6 7 】

操作部 2 6 の射影変換キー、回転補正キーが押下されると、操作部 2 6 は、この操作情報を C P U 3 0 に送信する。C P U 3 0 は、操作部 2 6 からの操作情報を画像処理装置 2 5 に送信し、画像処理装置 2 5 は、送信された操作情報に従って、画像変換の調整処理を行う（ステップ S 2 2 ）。

【 0 0 6 8 】

画像処理装置 2 5 は、画像効果補正用パラメータを抽出し（ステップ S 2 3 ）、画像効果処理を行う（ステップ S 2 4 ）。

【 0 0 6 9 】

画像処理装置 2 5 は、画像効果処理が行われた画像データに対して、圧縮処理を行い、圧縮データを作成する（ステップ S 2 5 ）。

【 0 0 7 0 】

画像処理装置 2 5 は、作成された圧縮データをメモリカード 3 1 に記録する（ステップ S 2 6 ）。

【 0 0 7 1 】

一方、射影パラメータを抽出することができなかつたと判定した場合（ステップ S 2 0 において N o ）、C P U 3 0 は、警告処理を行う（ステップ S 2 7 ）。

【 0 0 7 2 】

C P U 3 0 等は、このようにして撮影処理を終了させる。尚、ユーザがキーを操作しない限り、C P U 3 0 等は、この撮影処理を繰り返し実行する。

【 0 0 7 3 】

次に、画像処理装置 2 5 が行う画像処理について説明する。

まず、画像処理装置 2 5 が画像処理に用いるアフィン変換についての基本的な考え方（実現方法）を説明する。

【 0 0 7 4 】

画像の空間変換にアフィン変換が幅広く応用されている。本実施形態では、3次元のカメラパラメータを用いずに2次元アフィン変換を用いて射影変換を行う。これは、変換前の座標 (u, v) の点が、移動、拡大縮小、回転などの変換によって、変換後の座標 (x, y)

10

20

30

40

50

が次の数 8 によって関係付けられることになる。射影変換もこのアフィン変換により行われることができる。

【数 8】

$$(x', y', z') = (u, v, 1) \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}$$

最終的な座標 (x, y) は、次の数 9 によって算出される。

【数 9】

$$x = \frac{x'}{z'} = \frac{a_{11}u + a_{21}v + a_{31}}{a_{13}u + a_{23}v + a_{33}}$$

$$y = \frac{y'}{z'} = \frac{a_{12}u + a_{22}v + a_{32}}{a_{13}u + a_{23}v + a_{33}}$$

10

数 9 は、射影変換するための式であり、座標 x、y は、z' の値に従い、0 に向かって縮退する。即ち、z' に含まれるパラメータが射影に影響を及ぼすことになる。このパラメータは a13, a23, a33 である。また、他のパラメータは、パラメータ a33 で正規化されることができるので、a33 を 1 としてもよい。

【0075】

図 6 は、四角形の撮影画像の各頂点の座標を示したものである。デジタルカメラ 1 で撮影された四角形と実際の撮影対象物（白板 2）との関係について、図 7 に基づいて説明する。

20

【0076】

この図 7 において、U - V - W 座標系は、デジタルカメラ 1 で撮影して得られた画像の 3 次元座標系である。A (Au, Av, Aw) ベクトルと B (Bu, Bv, Bw) ベクトルとは、3 次元座標系 U - V - W において、撮影対象物をベクトルで表したものである。

また、S (Su, Sv, Sw) ベクトルは、3 次元座標系 U - V - W の原点と撮影対象物との距離を示す。

【0077】

図 7 に示す投影スクリーンは、撮影対象物の画像の射影を行うためのものである。

30

投影スクリーン上の座標系を x, y とすると、この投影スクリーン上に投影される画像がデジタルカメラ 1 に撮影される画像と考えればよい。投影スクリーンは、W 軸上から距離 f だけ離れて垂直に位置するものとする。撮影対象物の任意の点 P (u, v, w) と原点とを直線で結び、その直線と投影スクリーンと交差する点があるものとして、その交点の X - Y 座標を p (x, y) とする。このとき、座標 p は、射影変換より次の数 10 によって表される。

【数 10】

$$\begin{cases} x = u \frac{f}{w} \\ y = v \frac{f}{w} \end{cases}$$

40

数 10 より、図 7 に示すように点 P0, P1, P2, P3 と投影スクリーンへの投影点 p0, p1, p2, p3 との関係から、次の数 11 に示す関係が求められる。

【数 1 1】

$$\begin{cases}
 Su = k1 \cdot x0 \\
 Sv = k1 \cdot y0 \\
 Sw = k1 \cdot f \\
 Au = k1 \cdot \{x1 - x0 + \alpha \cdot x1\} \\
 Av = k1 \cdot \{y1 - y0 + \alpha \cdot y1\} \\
 Aw = k1 \cdot \alpha \cdot f \\
 Bu = k1 \cdot \{x3 - x0 + \beta \cdot x3\} \\
 Bv = k1 \cdot \{y3 - y0 + \beta \cdot y3\} \\
 Bw = k1 \cdot \beta \cdot f
 \end{cases}$$

10

但し、 $k1 = Sw/f$

このとき、射影係数 α 、 β は次の数 1 2 によって表される。

【数 1 2】

$$\alpha = \frac{(x0 - x1 + x2 - x3) \cdot (y3 - y2) - (x3 - x2) \cdot (y0 - y1 + y2 - y3)}{(x1 - x2) \cdot (y3 - y2) - (x3 - x2) \cdot (y1 - y2)}$$

$$\beta = \frac{(x1 - x2) \cdot (y0 - y1 + y2 - y3) - (x0 - x1 + x2 - x3) \cdot (y1 - y2)}{(x1 - x2) \cdot (y3 - y2) - (x3 - x2) \cdot (y1 - y2)}$$

20

【0 0 7 8】

次に、射影変換について説明する。

撮影対象物上の任意の点 P は、S, A, B ベクトルを用いて、次の数 1 3 によって表される。

【数 1 3】

$$P = S + m \cdot A + n \cdot B$$

但し、 m : A ベクトルの係数 ($0 \leq m \leq 1$)

n : B ベクトルの係数 ($0 \leq n \leq 1$)

30

この数 1 3 に、数 1 1 の関係式を代入すると、座標 x と y とは、次の数 1 4 によって表される。

【数 1 4】

$$\begin{cases}
 x = \frac{m \cdot (x1 - x0 + \alpha \cdot x1) + n \cdot (x3 - x0 + \beta \cdot x3) + x0}{1 + m \cdot \beta + n \cdot \alpha} \\
 y = \frac{m \cdot (y1 - y0 + \alpha \cdot y1) + n \cdot (y3 - y0 + \beta \cdot y3) + y0}{1 + m \cdot \alpha + n \cdot \beta}
 \end{cases}$$

40

【0 0 7 9】

この関係を、アフィン変換の式に当てはめると、座標 (x', y', z') は、次の数 1 5 によって表される。

【数 1 5】

$$(x', y', z') = (m, n, 1) \begin{pmatrix} x1 - x0 + \alpha \cdot x1 & y1 - y0 + \alpha \cdot y1 & \alpha \\ x3 - x0 + \beta \cdot x3 & y3 - y0 + \beta \cdot y3 & \beta \\ x0 & y0 & 1 \end{pmatrix}$$

【0 0 8 0】

この数 1 5 に m , n を代入することにより、撮影画像の対応点 (x, y) が求められる。

50

対応点 (x,y) は、整数値とは限らないので、画像補間法などを用いて画素の値を求めればよい。

【 0 0 8 1 】

上記 m, n は、予め補正画像 p (u,v) を出力する画像サイズ (0 ≤ u < u_{max}, 0 ≤ v < v_{max}) を与えて、その画像サイズに合わせて画像を調整する方法が考えられる。この方法によれば、m, n は次の数 1 6 によって表される。

【 数 1 6 】

$$m = \frac{u}{u_{\max}}$$

$$n = \frac{v}{v_{\max}}$$

しかし、作成される補正画像の縦横比と撮影対象物の縦横比とは一致しない。ここで、補正画像 p (u,v) と m、n の値との関係は、数 1 0 から、次の数 1 7 によって表される。

【 数 1 7 】

$$k = \frac{|B|}{|A|} = \frac{\sqrt{(x_3 - x_0 + \beta \cdot x_3)^2 + (y_3 - y_0 + \beta \cdot y_3)^2 + (\beta f)^2}}{\sqrt{(x_1 - x_0 + \alpha \cdot x_1)^2 + (y_1 - y_0 + \alpha \cdot y_1)^2 + (\alpha f)^2}}$$

【 0 0 8 2 】

カメラパラメータであるレンズの焦点距離 f が既知であれば、数 1 7 に従って、縦横比 k を求めることができる。従って、補正画像 p (u,v) の画像サイズを (0 ≤ u < u_{max}, 0 ≤ v < v_{max}) であるとする、次の数 1 8 に従って m、n を求めることにより、撮影対象物と同じ縦横比 k を得ることができる。

【 数 1 8 】

(1) v_{max}/u_{max} ≤ k のとき

$$m = \frac{u}{v_{\max}} \quad (0 \leq u < u_{\max})$$

$$n = \frac{v}{v_{\max}}$$

(2) v_{max}/u_{max} > k のとき

$$m = \frac{u}{u_{\max}}$$

$$n = \frac{v}{u_{\max}} \quad (0 \leq v < v_{\max})$$

尚、カメラが固定焦点である場合、レンズの焦点距離 f の値を、予め得ることができる。ズームレンズ等が存在する場合には、レンズの焦点距離 f の値は、レンズのズーム倍率によって変化するので、そのズーム倍率とレンズの焦点距離 f との関係を示すテーブルを予め作成して記憶し、ズーム倍率に基づいて焦点距離 f を読み出し、数 1 7, 数 1 8 に従って、射影変換を行うことができる。

【 0 0 8 3 】

画像処理装置 2 5 は、このようなアフィン変換を行うため、まず、撮影した撮影対象物の画像から射影パラメータを抽出する (図 5 のステップ S 1 9)。

画像処理装置 2 5 が実行する射影パラメータの抽出処理を図 8 に示すフローチャートに基づいて説明する。

【 0 0 8 4 】

10

20

30

40

50

画像処理装置 25 は、撮影した撮影対象物の画像から、この撮影対象物の画像の 4 すみの座標点（四角形輪郭）を抽出する（ステップ S 3 1）。画像処理装置 25 は、図 9 に示すフローチャートに示す四角形の輪郭を抽出する。

【0085】

即ち、画像処理装置 25 は、画像処理の演算数を減らすため、入力画像から縮小輝度画像を生成する（ステップ S 4 1）。

画像処理装置 25 は、生成した縮小輝度画像から、撮影対象物のエッジ画像を生成する（ステップ S 4 2）。

【0086】

画像処理装置 25 は、撮影対象物のエッジ画像から、このエッジ画像に含まれる直線パラメータを検出する（ステップ S 4 3）。 10

画像処理装置 25 は、検出した直線パラメータから、撮影対象物の輪郭を形成する候補となる四角形を作成する（ステップ S 4 4）。

【0087】

画像処理装置 25 は、このように候補となる四角形を生成し、生成した各四角形に優先順位を付す（図 8 のステップ S 3 2）。

画像処理装置 25 は、優先順位に従って四角形を選択し、選択した四角形を抽出できたか否かを判定する（ステップ S 3 3）。

【0088】

四角形を抽出できなかったと判定した場合（ステップ S 3 3 において No）、CPU 30 は、この射影パラメータ抽出処理を終了させる。 20

【0089】

一方、四角形を抽出できたと判定した場合（ステップ S 3 3 において Yes）、CPU 30 は、画像処理装置 25 から、抽出した四角形を取得して、表示装置 24 に送り、液晶モニタ 12 に、四角形のプレビュー画像を表示させる（ステップ S 3 4）。

【0090】

CPU 30 は、操作部 26 から送信された操作情報に基づいて YES キー、NO キーのいずれが押下されたか否かを判定する（ステップ S 3 5）。

【0091】

NO キーが押下されたと CPU 30 が判定した場合（ステップ S 3 5 において No）、画像処理装置 25 は、次の候補の四角形を指定する（ステップ S 3 6）。 30

【0092】

一方、YES キーが押下されたと判定した場合（ステップ S 3 5 において Yes）、CPU 30 は、抽出した四角形の頂点から、アフィンパラメータを算出する（ステップ S 3 7）。

【0093】

次に、この射影パラメータの抽出処理を、さらに具体的に説明する。

画像処理装置 25 がステップ S 4 1 において生成した縮小輝度画像の一例を図 10（a）に示す。画像処理装置 25 は、このような縮小輝度画像から、Robertson フィルタと呼ばれるエッジ検出用のフィルタを用いて図 10（b）に示すようなエッジ画像を生成する（ステップ S 4 2）。この Robertson フィルタとは、2 つの 4 近傍画素の重み付けを行って 2 つのフィルタ $\Delta 1$ 、 $\Delta 2$ を取得して平均化することによって、画像のエッジを検出するフィルタである。 40

【0094】

図 11（a）は、フィルタ $\Delta 1$ の係数を示し、図 11（b）は、フィルタ $\Delta 2$ の係数を示す。この 2 つのフィルタ $\Delta 1$ 、 $\Delta 2$ の係数を、ある着目した座標 (x, y) の画素値 $f(x, y)$ に適用すると、変換後の画素値 $g(x, y)$ は、次の数 19 によって表される。

【数 1 9】

$$g(x, y) = \sqrt{(\Delta 1)^2 + (\Delta 2)^2}$$

$$\begin{aligned}\Delta 1 &= 1 \cdot f(x, y) + 0 \cdot f(x+1, y) + 0 \cdot f(x, y-1) + 1 \cdot f(x+1, y-1) \\ &= f(x, y) - f(x+1, y-1)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta 2 &= 0 \cdot f(x, y) + 1 \cdot f(x+1, y) - 1 \cdot f(x, y-1) + 0 \cdot f(x+1, y-1) \\ &= f(x+1, y) - f(x, y-1)\end{aligned}$$

但し、 $g(x, y)$: 座標 (x, y) の画素値 (変換後)
 $f(x, y)$: 座標 (x, y) の画素値 (変換前)

10

【0 0 9 5】

図 1 0 (b) に示すエッジ画像には、直線パラメータが含まれている。画像処理装置 2 5 は、このエッジ画像から、ラドン変換を行って直線パラメータを検出する (ステップ S 4 3 の処理)。

【0 0 9 6】

ラドン変換は、 n 次元のデータを、 $(n - 1)$ 次元の投影データに対応させる積分変換である。具体的には、図 1 2 (a) , (b) に示すように、画像データを $f(x, y)$ として、 $x - y$ 座標系から角度 θ だけ回転した $r - \theta$ 座標系を考える。 θ 方向の画像投影データ $p(r, \theta)$ は、次の数 2 0 によって定義される。

20

【数 2 0】

$$\begin{aligned}p(r, \theta) &= \int_{-\infty}^{\infty} f(r \cos \theta - s \sin \theta, r \sin \theta + s \cos \theta) ds \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) \delta(x \cos \theta + y \sin \theta - r) dx dy\end{aligned}$$

但し、 $\delta()$: Dirac のデルタ関数

【0 0 9 7】

この数 2 0 による変換がラドン変換と呼ばれるものである。
 図 1 2 (a) に示すような画像データ $f(x, y)$ は、ラドン変換により、図 1 2 (b) に示すような画像投影データ $p(r, \theta)$ に変換される。

30

【0 0 9 8】

このようなラドン変換によれば、図 1 3 (a) に示すような $x - y$ 座標系の直線 L は、極座標系では、 $\rho = x \cos \alpha + y \sin \alpha$ で表される。この直線 L は、 $p(\rho, \alpha)$ の点に全て投影されるので、 $p(r, \theta)$ のピークを検出することで、直線の検出が可能になる。画像処理装置 2 5 は、この原理を用いて、エッジ画像から、ラドン変換によりデータ $p(r, \theta)$ を生成する。

【0 0 9 9】

次に、画像処理装置 2 5 は、生成したデータ $p(r, \theta)$ から、そのピーク点を抽出する。このため、画像処理装置 2 5 は、図 1 4 に示すフローチャートに従って、このピーク点の抽出処理を実行する。

40

【0 1 0 0】

画像処理装置 2 5 は、 $p(r, \theta)$ での最大値 $p_{\max}$ を探す (ステップ S 5 1)。

画像処理装置 2 5 は、閾値 $p_{th} = p_{\max} * k$ (k は 0 以上 1 までの定数値) を求める (ステップ S 5 2)。

【0 1 0 1】

画像処理装置 2 5 は、 p_{th} を閾値にして $p(r, \theta)$ から 2 値画像 $B(r, \theta)$ を生成する (ステップ S 5 3)。

画像処理装置 2 5 は、 $B(r, \theta)$ の画像ラベリングを行う。このとき得られたラベル数

50

をN1とする(ステップS54)。

【0102】

画像処理装置25は、各ラベル領域内で $p(r, \theta)$ が最大値のところの r, θ を調べる。そして、画像処理装置25は、この値を、それぞれ r_i, θ_i ($i = 1 \sim N1$)として取得する(ステップS55)。これが直線のパラメータとなる。

【0103】

次に、画像処理装置25は、検出した直線パラメータを用いて四角形候補を生成する場合(図9のステップS44の処理)、図15(a)に示すように、4本の直線が四角形を形成すれば、例えば、対向する直線 a_1, a_3 は、対向する直線 a_1, a_3 以外の2本の直線 a_2, a_4 と、それぞれ、交点 p_1, p_4, p_2, p_3 を有することになる。この場合、CPU30は、四角形を抽出できたと判定する(図8のステップS33においてYes)。

10

【0104】

一方、図15(b), (c)に示すように、4つの交点がなければ、CPU30は、四角形を抽出できなかったと判定する(ステップS33においてNo)。

【0105】

次に、画像処理装置25は、抽出した四角形の候補の中から、撮影対象物の辺を表すものとして、最もふさわしい四角形を選択する。

この方法はいくつか考えられ、本実施の形態では、撮影された四角形のうち、最外郭の四角形を選ぶものとする。最外郭の四角形とは、図6に示すように候補となる四角形をX, Y軸の平行線で囲んで長方形を形成し、そのうち、面積が最も大きいものをいう。

20

【0106】

長方形 R_i の4つの頂点の座標を、それぞれ、 $(x_0, y_0), (x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3)$ とすると、四角形の面積 S_i は、次の数21によって表される。

【数21】

$$S_i = \{ \max(x_0, x_1, x_2, x_3) - \min(x_0, x_1, x_2, x_3) \} \\ * \{ \max(y_0, y_1, y_2, y_3) - \min(y_0, y_1, y_2, y_3) \}$$

【0107】

画像処理装置25は、図16に示すフローチャートに従って、この四角形を選択する。

30

画像処理装置25は、候補数 N_r の四角形のうちから、いずれかの四角形を選択する(ステップS61)。

画像処理装置25は、選択した四角形の面積 S_i を、数17に従って求める(ステップS62)。

【0108】

画像処理装置25は、候補数 N_r をデクリメントする(ステップS63)。

画像処理装置25は、候補数 N_r が0になったか否かを判定する(ステップS64)。

候補数 N_r が0にはなっていないと判定した場合(ステップS64においてNo)、画像処理装置25は、ステップS61~S63の処理を、再度、実行する。

40

【0109】

このような処理を繰り返し行うことによって、候補数 N_r が0になったと判定した場合(ステップS64においてYes)、画像処理装置25は、求めた面積 S_i の大きい順に、候補となる四角形のデータを並べ替える(ステップS65)。

【0110】

そして、画像処理装置25は、一番目の四角形を最優先の四角形の輪郭とする。このように複数の四角形の候補があっても常に最大外郭の四角形が優先的に選択される。このように最大外郭の四角形を優先的に選択するのは、通常、意識的に撮影対象物が撮影画角内の最大になるように、ズーム調整や撮影位置の調整が行われ、最大外郭の四角形が撮影対象物の輪郭と考えられるからである。

【0111】

50

従って、概ね、撮影対象物の輪郭が自動的に抽出されることが期待される。また、誤って四角形が抽出されたとしても、ユーザは、一般には、最大外郭の四角形から順次、確認することになる。このため、撮影対象物の輪郭を示す直線が抽出されていれば、真の撮影対象物の四角形は、N O キーを順次押下することによって選択されることになる。

【 0 1 1 2 】

このようにして、選択された撮影対象物の四角形の 4 点の頂点の座標 (x_0, y_0) , (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , (x_3, y_3) を用いて、数 1 2, 数 1 5 に従って、数 1 5 に示す行列内の各要素であるアフィンパラメータを求めることができる。

【 0 1 1 3 】

(1) 撮影対象画像からのアフィンパラメータ抽出

このような考え方に基づいて、画像処理装置 2 5 は、四角形の頂点からアフィンパラメータを取得する。この処理を、図 1 7 に示すフローチャートに基づいて説明する。

【 0 1 1 4 】

画像処理装置 2 5 は、四角形の 4 点の頂点座標 (x_0, y_0) , (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , (x_3, y_3) から、数 1 2 に従って、射影係数 α 、 β を算出する (ステップ S 7 1)。

【 0 1 1 5 】

画像処理装置 2 5 は、数 1 7 に従って撮影対象物の縦横比 k を算出する (ステップ S 7 2)。

画像処理装置 2 5 は、画像の中心点 (u_c, v_c) を指定する (ステップ S 7 3)。

画像処理装置 2 5 は、最大画像サイズ $v_{\max}/u_{\max}$ と数 1 7 で表される縦横比 k とを比較する (ステップ S 7 4)。

【 0 1 1 6 】

$v_{\max}/u_{\max} < k$ の場合 (ステップ S 7 4 において N o)、縦横比 k を変えないものとして、画像処理装置 2 5 は、U 軸側 (横) の最大画像サイズ $u_{\max}$ の方が撮影対象物の画像サイズよりも大きいと判定する。そして、画像処理装置 2 5 は、V 軸側の最大画像サイズと撮影対象物の画像サイズとが一致するように、数 1 8 の条件 (1) に従って、 m , n の値を求める (ステップ S 7 5)。

【 0 1 1 7 】

$v_{\max}/u_{\max} > k$ の場合 (ステップ S 7 4 において Y e s)、縦横比 k を変えないものとして、画像処理装置 2 5 は、V 軸側 (縦) の最大画像サイズ $v_{\max}$ の方が撮影対象物の画像サイズよりも大きいと判定する。そして、画像処理装置 2 5 は、U 軸側の最大画像サイズと撮影対象物の画像サイズとが一致するように、数 1 8 の条件 (2) に従って m , n の値を求める (ステップ S 7 6)。

【 0 1 1 8 】

画像処理装置 2 5 は、算出した m 、 n と四角形の 4 点の頂点座標 (x_0, y_0) , (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , (x_3, y_3) から、数 1 5 に従って、アフィン変換行列 A_f を求める (ステップ S 7 7)。

画像処理装置 2 5 は、このアフィン変換行列 A_f の各要素をアフィンパラメータ A として、このアフィンパラメータ A を取得する (ステップ S 7 8)。

【 0 1 1 9 】

尚、四角形が認識できないような場合 (図 8 のステップ S 3 3 において N o) のように、画像撮影条件等が不適であり、射影パラメータが得られない場合がある。このような場合、図 1 8 (a) に示すような警告文を、液晶モニタ 1 2 に表示させ、撮影者に領域が検出できなかったことを適切に警告し、撮影者に、図 1 8 (b) に示すようなカメラ撮影設定モードにして撮影条件を変更させ、再度撮影を促すようにしたほうが好ましい。さらに再度、撮影条件を変えるように警告をしたほうが好ましい場合がある。

【 0 1 2 0 】

C P U 3 0 は、このように適正な射影パラメータが得られなかった場合、図 1 9 に示すフローチャートに従って、警告処理を行う (図 5 のステップ S 2 7)。

【 0 1 2 1 】

CPU30は、表示装置24を制御して、図18(a)に示すような警告文を液晶モニタ12に表示させる(ステップS81)。

【0122】

CPU30は、YESキー、NOキーのいずれが押下されたかを、操作部26から送信された操作情報に基づいて判定する(ステップS82)。

【0123】

NOキーが押下されたと判定した場合(ステップS82においてNo)、CPU30は、この警告処理を終了させる。

【0124】

一方、YESキーが押下されたと判定した場合(ステップS82においてYes)、CPU30は、撮影モードに切り替えて(ステップS83)、この警告処理を終了させる。

【0125】

(2) 抽出したアフィンパラメータによる画像変換

次に、得られたアフィンパラメータを用いて補正画像を作成する画像処理方法について説明する。

まず、アフィンパラメータを用いて射影変換や他のアフィン変換を行なう場合、図20に示すように、元の画像の点 $p(x, y)$ が、変換行列 A_p による射影変換等によって変換(後)画像の点 $P(u, v)$ に対応するものとする。この場合、元の画像の点 p に対応する変換画像の点 P を求めるよりは、変換画像の点 $P(u, v)$ に対応する元の画像の点 $p(x, y)$ を求めたほうが好ましい。

【0126】

尚、変換画像の点 P の座標を求める際、バイリニア法による補間方法を用いるものとする。バイリニア法による補間方法は、一方の画像(元の画像)の座標点と対応する他方の画像(変換画像)の座標点を探し出して、一方の画像の座標点の周辺4点の(画素)値から変換画像の点 $P(u, v)$ の(画素)値を求める方法である。この方法によれば、変換画像の点 P の画素値 P は、次の数22に従って算出される。

【数22】

$$P(u, v) = (1-k_x) * (1-k_y) * p(X, Y) + k_x * (1-k_y) * p(X+1, Y) \\ + (1-k_x) * k_y * p(X, Y+1) + k_x * k_y * p(X+1, Y+1)$$

但し、一方の画像の点 p の座標を $p(x, y)$ として、

k_x : x の少数点以下の値
 k_y : y の少数点以下の値
 X : 整数部(x)
 Y : 整数部(y)

【0127】

変換画像の点 $P(u, v)$ に対応する元の画像の点 $p(x, y)$ を求めるため、画像処理装置25は、図21に示すフローチャートの処理を実行する。

画像処理装置25は、変換画像の画素位置 u を0に初期化する(ステップS91)。

【0128】

画像処理装置25は、変換画像の画素位置 v を0に初期化する(ステップS92)。

画像処理装置25は、数12及び数15で得られたアフィンパラメータ A を用いて変換画像の画素位置 (u, v) を代入し、数9に従って、元の画像の画素位置 (x, y) を求める(ステップS93)。

【0129】

画像処理装置25は、求めた画素位置 (x, y) から、数22に従って、バイリニア法により画素値 $P(u, v)$ を求める(ステップS94)。

画像処理装置25は、補正後画像の座標 v を1つだけインクリメントする(ステップS

95)。

【0130】

画像処理装置25は、補正後画像の座標 v と座標 v の最大値 $v_{\max}$ とを比較して、補正後画像の座標 v が最大値 $v_{\max}$ 以上になったか否かを判定する(ステップS96)。

【0131】

座標 v が最大値 $v_{\max}$ 未満であると判定した場合(ステップS96においてNo)、画像処理装置25は、ステップS93～S95を再度実行する。

【0132】

ステップS93～S95の処理を繰り返すことにより、座標 v が最大値 $v_{\max}$ に達したと判定した場合(ステップS96においてYes)、画像処理装置25は、補正後画像の座標 u を1つだけインクリメントする(ステップS97)。

【0133】

画像処理装置25は、座標 u と座標 u の最大値 $u_{\max}$ とを比較し、座標 u が最大値 $u_{\max}$ 以上になったか否かを判定する(ステップS98)。

座標 u が最大値 $u_{\max}$ 未満であると判定した場合(ステップS98においてNo)、画像処理装置25は、再度、ステップS92～S97の処理を実行する。

【0134】

ステップS92～S97の処理を繰り返すことにより、座標 u が最大値 $u_{\max}$ に達したと判定した場合(ステップS98においてYes)、画像処理装置25は、この画像変換処理を終了させる。

【0135】

(3) 画像変換の調整

次に、一度画像変換を行った画像に対して行われる調整(図5のステップS22)について説明する。

抽出された四角形の頂点の座標に若干の誤差等が含まれているような場合、図22(a)に示すように、得られたアフィンパラメータで射影した結果が好ましくない場合がある。このため、本実施形態のデジタルカメラ1は、一度画像変換した画像に対して調整を行い、図22(b)に示すような画像を得るために、ユーザによって射影変換の調整を行えるように構成されている。

【0136】

ユーザが操作部26の射影変換キー、回転補正キーを操作すると、操作部26は、ユーザの操作に応答して、この操作情報をCPU30に送信する。CPU30は、この操作情報を判別し、判別結果に従って画像処理装置25を制御する。

【0137】

尚、図23に示すように、補正画像の補間画素 $Q(u',v')$ を求める際に、補間画素 $Q(u',v')$ に対して逆変換 A_i を行って、補間画素 $Q(u',v')$ に対応する補正画像 $P(u,v)$ を求め、さらに補正画像 $P(u,v)$ に対して逆変換を行って、元の画像の $p(x,y)$ を求め、画像 $p(x,y)$ に対して画素補間を行う。また、射影変換と拡大変換等、画像変換を2段変換する場合は、2つの変換を合成した変換行列を求めておいて、元の画像に対して変換を一度で行う。この方が、変換を2回行うより画像を高速に求めることができ、かつ、画像の劣化は少なくすむ。

【0138】

変換前の画像を、 X 軸、 Y 軸を中心に角度 θ だけ回転して得られた変換後の画像から、変換前の画像を取得する場合の回転逆変換行列 A_r は、次の数23によって表される。

【数23】

$$A_r = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ -X_c \cos \theta - Y_c \sin \theta + X_c & X_c \sin \theta - Y_c \cos \theta + Y_c & 1 \end{bmatrix}$$

変換前の画像を、 X 軸、 Y 軸を中心にして S_c 倍拡大して得られた変換後の画像から、

変換前の画像を取得する場合の拡大行列 A_{sc} は、次の数 2 4 によって表される。

【数 2 4】

$$A_{sc} = \begin{bmatrix} 1/S_c & 0 & 0 \\ 0 & 1/S_c & 0 \\ X_c(1-\frac{1}{S_c}) & Y_c(1-\frac{1}{S_c}) & 1 \end{bmatrix}$$

【0 1 3 9】

尚、一度、画像を拡大すると、アフィンパラメータの調整や計算で丸め誤差の処理等が行われる場合がある。このため、画像を拡大する場合、その前に元の等倍のアフィンパラメータに復帰させるようにしておく必要がある。

10

【0 1 4 0】

変換前の画像を X , Y 方向に、それぞれ、 T_x , T_y だけ移動させることによって得られた変換後の画像から、変換前の画像を取得する場合の移動行列 A_s は、次の数 2 5 によって表される。

【数 2 5】

$$A_s = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -T_x & -T_y & 1 \end{bmatrix}$$

20

【0 1 4 1】

補正前の画像を X , Y 方向に、それぞれ、 α , β だけ傾斜することによって得られた変換後の画像から、変換前の画像を取得する場合の射影効果行列 A_p は、次の数 2 6 によって表される。

【数 2 6】

$$A_p = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \alpha \\ 0 & 1 & \beta \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

そして、2 段の逆変換を実行する場合、その逆変換行列 A は、次の数 2 7 によって表される。

30

【数 2 7】

$$A = A_i(2) * A_i(1)$$

【0 1 4 2】

尚、本実施形態では、射影効果パラメータ α , β は 0.1 刻み、角度補正パラメータ θ は 1 度刻みに設定するものとする。但し、実際の補正の効果を確かめながら各パラメータの調整幅を決定することができる。

【0 1 4 3】

このような考え方に基づいて実行される画像変換の調整処理を、図 2 4 に示すフローチャートに基づいて説明する。

40

C P U 3 0 は、画像の中心座標 X_c , Y_c を設定する (ステップ S 1 0 1)。

C P U 3 0 は、操作部 2 6 から送信された操作情報に基づいて射影補正キーが押下されたか否かを判定する (ステップ 1 0 2)。

射影変換キーが押下されたと判定した場合 (ステップ S 1 0 2 において Y e s)、C P U 3 0 は、射影変換キーとして、上縮小キー 1 1 1、下縮小キー 1 1 2、右縮小キー 1 1 3、左縮小キー 1 1 4 のうちの押下されたキーの種別を判別する (ステップ S 1 0 3 ~ S 1 0 6)。

【0 1 4 4】

押下された射影変換キーが上縮小キー 1 1 1 であると判別した場合、C P U 3 0 は、数 2 6 に示す射影効果行列 A_p に、 $\alpha = 0.1$ 、 $\beta = 0$ をそれぞれ代入して、逆変換行列 $A_i =$

50

A_pを取得する（ステップS 1 0 3）。

【0 1 4 5】

押下された射影変換キーが下縮小キー 1 1 2 であると判別した場合、C P U 3 0 は、数 2 6 に示す射影効果行列 A_pに、 $\alpha = -0.1$ 、 $\beta = 0$ をそれぞれ代入して、逆変換行列 A_i = A_pを取得する（ステップS 1 0 4）。

【0 1 4 6】

押下された射影変換キーが右縮小キー 1 1 3 であると判別した場合、C P U 3 0 は、数 2 6 に示す射影効果行列 A_pに、 $\alpha = 0$ 、 $\beta = 0.1$ をそれぞれ代入して、逆変換行列 A_i = A_pを取得する（ステップS 1 0 5）。

【0 1 4 7】

押下された射影変換キーが左縮小キー 1 1 4 であると判別した場合、C P U 3 0 は、数 2 6 に示す射影効果行列 A_pに、 $\alpha = 0$ 、 $\beta = -0.1$ をそれぞれ代入して、逆変換行列 A_i = A_pを取得する（ステップS 1 0 6）。

【0 1 4 8】

射影変換キーは押下されなかったと判定した場合（ステップ 1 0 2 においてN o）、C P U 3 0 は、回転補正キーが押下されたか否かを判定する（ステップS 1 0 7）。

回転補正キーが押下されたと判定した場合（ステップS 1 0 7 においてY e s）、C P U 3 0 は、押下された回転補正キーの種別を判別する（ステップS 1 0 8、S 1 0 9）。

【0 1 4 9】

押下された回転補正キーが右回転キー 1 1 5 であると判別した場合、C P U 3 0 は、数 2 3 に示す回転逆変換行列 A_rに、 $\theta = -1$ を代入して、逆変換行列 A_i = A_rを取得する（ステップ 1 0 8）。

【0 1 5 0】

押下された回転補正キーが左回転キー 1 1 6 であると判別した場合、C P U 3 0 は、数 2 3 に示す回転逆変換行列 A_rに、 $\theta = 1$ を代入して、逆変換行列 A_i = A_rを取得する（ステップ 1 0 9）。

【0 1 5 1】

また、射影変換キー又は回転補正キーが押下されたと判定して、逆変換行列 A_iを設定した場合（ステップS 1 0 3 ~ S 1 0 6、S 1 0 8、S 1 0 9）、C P U 3 0 は、数 2 7 に従って、逆変換行列 A を求める（ステップS 1 1 0）。

【0 1 5 2】

C P U 3 0 は、求めた変換行列 A を画像処理装置 2 5 に供給し、逆変換行列 A に基づいて画像変換を行うように画像処理装置 2 5 を制御する。画像処理装置 2 5 は、供給された逆変換行列 A に基づいて、アフィン変換による画像変換を行い（ステップS 1 1 1）、この画像変換の調整処理を終了させる。

一方、回転補正キーが押下されていないと判定した場合（ステップS 1 0 7 においてN o）、C P U 3 0 は、そのまま、この画像変換の調整処理を終了させる。

【0 1 5 3】

このようにして得られたアフィンパラメータを用いて、前述した方法にて画像変換を行うことにより、補正画像に対して、さらに画像をマニュアル調整することもできる。

【0 1 5 4】

例えば、図 2 2 に示すような画像を調整する場合、画像が左方向に歪んでいるので、まず右回転キー 1 1 5 を押下すると、画像処理装置 2 5 は、画像を右回転させる。このまま、右回転キー 1 1 5 が押下されて、文字列が正しく表示されたときに右回転キー 1 1 5 の押下が停止すると、画像処理装置 2 5 は、画像の右回転を停止させる。

【0 1 5 5】

次に画像の左側が右側に比較して大きいので左縮小キー 1 1 4 が押下されると、画像処理装置 2 5 は、画像の左右を調整する。このまま、左縮小キー 1 1 4 が押下されて左右のバランスが揃ったときに左縮小キー 1 1 4 の押下が停止すると、画像処理装置 2 5 は、左縮小処理を停止させる。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 6 】

この方法は、元画像に対して一度だけの画像変換だけで、画像を得ることができるので、一度射影補正をおこなった画像に対して再度、回転、射影変換するより画質の良い画像を得ることができる。

【 0 1 5 7 】

(3) 輝度あるいは色差等に関する画像効果補正用パラメータの抽出及び画像効果処理

次に、このように得られた画像から、画像効果補正用パラメータを抽出する処理と、このパラメータを用いて行う画像効果処理と、について説明する。画像効果処理は、より鮮明な画像を得るための処理である。

【 0 1 5 8 】

このようにして得られた画像は、結果として白板 2 や書類などを切り出した画像である。ヒストグラム補正などの画像効果を行なう場合、元の画像から補正パラメータを求めて補正を行うより、切り出す画像からパラメータを求めた方が、より有効なパラメータの取得が期待される。

【 0 1 5 9 】

本実施形態では、補正画像データから輝度 (Y) からヒストグラムを作成し、そのヒストグラムに応じて画像効果処理を行うものとする。

【 0 1 6 0 】

尚、画像効果補正用パラメータは、輝度ヒストグラムの最大値、最小値、ピーク値といった画像効果処理に必要な変数である。

【 0 1 6 1 】

画像効果補正用パラメータを抽出するには、輝度のヒストグラムを生成する必要がある。まず、画像効果補正用パラメータの抽出に必要な処理について説明する。

【 0 1 6 2 】

輝度ヒストグラムは、画像に存在する輝度値 (Y) の分布を示すものであり、輝度値毎に画素の数を計数することにより生成される。図 2 5 に輝度ヒストグラムの一例を示す。図 2 5 において、横軸は、輝度値 (Y) を示し、縦軸は、画素数を示す。画像効果を補正するには、画像効果補正用パラメータとして、最大値 (Y max)、最小値 (Y min)、ピーク値 (Y peak) を求める必要がある。

【 0 1 6 3 】

最大値は、輝度値毎に画素の数を計数し、予め設定された所定数以上の計数値を有する輝度値のうちの最大輝度を示す値であり、最小値は、設定された所定数以上の計数値を有する輝度値のうちの最小輝度を示す値である。ピーク値は、計数値が最大となる輝度値である。ピーク値は、撮影対象物の背景色の輝度値を示すものと考えられる。

【 0 1 6 4 】

尚、画像効果を補正して視認性に優れた画像を得るには、撮影対象物の背景色によって補正効果が異なってくるため、画像効果の補正方法を撮影対象物の背景色によって変える必要がある。このため、撮影対象物の背景色の判別が必要になってくる。撮影対象物の背景色は、輝度ヒストグラム、色差ヒストグラムの各ピーク値から判別される。

【 0 1 6 5 】

ここで、撮影対象物の背景色を、3 つに分類するものとする。第 1 は、ホワイトボード、ノート等のように背景色が白の場合である。第 2 は、黒板等のように背景色が黒の場合である。第 3 は、雑誌、パンフレットのように背景色が白又は黒以外の場合である。

【 0 1 6 6 】

具体的に、撮影対象物の背景色は、以下の判別式に従って判別される。

(2 - a) 白の判定条件

白判定条件は、次の数 2 8 によって表され、数 2 8 に示す条件を満足したときに、撮影対象物の背景色は白 (W) と判定される。

10

20

30

40

【数 2 8】

白判定条件 = (| U_{peak} | < カラー閾値)
 & (| V_{peak} | < カラー閾値)
 & (Y_{peak} > 白判定値)

(2 - b) 黒の判定条件

黒判定条件は、次の数 2 9 によって表され、数 2 9 に示す条件を満足したときに、撮影対象物の背景色は黒 (b) と判定される。

【数 2 9】

黒判定条件 = (| U_{peak} | < カラー閾値)
 & (| V_{peak} | < カラー閾値)
 & (Y_{peak} < 黒判定値)

10

【 0 1 6 7 】

また、数 2 8 , 2 9 に示す条件を満足しなかった場合、撮影対象物の背景色はカラー (C) と判定される。尚、カラー閾値は、例えば、5 0 に、白判定閾値は、例えば、1 2 8 に、黒判定閾値は、例えば、5 0 に設定される。

【 0 1 6 8 】

このような考え方に基づいて、画像処理装置 2 5 は、図 2 6 に示すフローチャートに従って画像効果補正用パラメータの抽出処理を実行する。

20

画像処理装置 2 5 は、各輝度 (Y) 値を有する画素の数を計数して、図 2 5 に示すような輝度ヒストグラムを生成する (ステップ S 1 2 1) 。

【 0 1 6 9 】

画像処理装置 2 5 は、生成した輝度ヒストグラムから、輝度の最大値 (Y_{max}) 、最小値 (Y_{min}) 、ピーク値 (Y_{peak}) を取得する (ステップ S 1 2 2) 。

【 0 1 7 0 】

画像処理装置 2 5 は、輝度ヒストグラムのピーク値 (Y_{peak}) から、数 2 8 , 2 9 に示す判定条件式に従って撮影対象物の背景色を判別する (ステップ S 1 2 3) 。

画像処理装置 2 5 は、画像効果補正用パラメータと撮影対象物の背景色のデータをメモリ 2 3 に記憶する (ステップ S 1 2 4) 。

30

【 0 1 7 1 】

次に、画像処理装置 2 5 は、このように抽出した画像効果補正用パラメータを用いて画像効果処理 (図 5 のステップ S 2 4) を行う。

前述のように、画像効果処理を効果的に行うには、背景色によって処理内容を換える必要がある。

【 0 1 7 2 】

ホワイトボード、ノート等のように、背景色が白である場合、図 2 7 (a) に示すような輝度変換を行う。黒板等のように、背景色が黒である場合、図 2 7 (b) に示すような輝度変換を行う。雑誌、パンフレット等のように、背景色が白または黒以外である場合、図 2 7 (c) に示すような変換を行う。尚、図 2 7 (a) , (b) , (c) において、横軸は、画素値の入力値を示し、縦軸は、画素値の出力値を示す。

40

【 0 1 7 3 】

背景色が白である場合、図 2 7 (a) に示すように、ピーク値を境にして、輝度変換線の傾斜角度を変える。所定輝度値を、例えば、2 3 0 として、入力された輝度のピーク値を輝度値 2 3 0 まで引き上げる。そして、最大値を、最大輝度まで持ち上げる。従って、輝度変換線は、図 2 7 (a) に示すように、2 つの線分によって表される。

【 0 1 7 4 】

背景色が黒である場合、図 2 7 (b) に示すように、ピーク値をある一定の輝度値 (2 0) になるように輝度変換を行なう。この場合も、図 2 7 (b) に示すように、輝度変換線は 2 つの線分によって表される。

50

【 0 1 7 5 】

背景色が白または黒以外の色である場合、図 2 7 (c) に示すように、通常の引き伸ばし処理と同様に、最小値以下と最大値以上をカットし、1つの線分として表されるように輝度変換線を設定する。

【 0 1 7 6 】

尚、このように背景の輝度 (Y) と出力 (Y ') との変換テーブルを予め設定してメモ리카ード 3 1 に記憶してもよい。作成した変換テーブルに従って、入力された各画素の値から、それぞれの出力値を求め、画像効果処理を施す。このように変換された画像は、明るい画素はより明るく、暗い画素はより暗くなるので、輝度分布が広がり、視認性がすぐれた画像になる。

10

【 0 1 7 7 】

このような考え方に基づいて、画像処理装置 2 5 は、図 2 8 に示すフローチャートに従って、画像効果処理を実行する。

画像処理装置 2 5 は、保存した画像効果補正用パラメータをメモリ 2 3 から読み出す (ステップ S 1 3 1) 。

【 0 1 7 8 】

画像処理装置 2 5 は、背景が白か否かを判定する (ステップ S 1 3 2) 。

背景が白と判定した場合 (ステップ S 1 3 2 において Y e s) 、画像処理装置 2 5 は、背景をより白くして、視認性が良くなるように、図 2 7 (a) に示すような輝度変換を行って、輝度ヒストグラムの調整を行う (ステップ S 1 3 3) 。

20

【 0 1 7 9 】

背景が白ではないと判定した場合 (ステップ S 1 3 2 において N o) 、画像処理装置 2 5 は、背景が黒か否かを判定する (ステップ S 1 3 4) 。

【 0 1 8 0 】

背景が黒であると判定した場合 (ステップ S 1 3 4 において Y e s) 、画像処理装置 2 5 は、背景が黒の場合、図 2 7 (b) に示すような輝度変換を行って、輝度ヒストグラムを調整する (ステップ S 1 3 5) 。

【 0 1 8 1 】

背景が黒ではないと判定した場合 (ステップ S 1 3 4 において N o) 、画像処理装置 2 5 は、図 2 7 (c) に示すような輝度変換を行って、撮影対象物の背景色に応じたヒストグラム調整を行う (ステップ S 1 3 6) 。

30

【 0 1 8 2 】

本実施形態のデジタルカメラ 1 では、モードを撮影モードだけでなく再生モードに設定することもできる。

操作部 2 6 の再生キーが押下されると、操作部 2 6 は、この操作情報を C P U 3 0 に送信する。

【 0 1 8 3 】

C P U 3 0 は、この操作情報に基づいて、モードが再生モードになったことを判別すると、図 2 9 に示すフローチャートに従って、再生処理を実行する。

C P U 3 0 は、メモ리카ード 3 1 内に記録されている画像ファイルの中から、ユーザの選択された一枚の画像を選択する (ステップ S 1 4 1) 。

40

【 0 1 8 4 】

C P U 3 0 は、この選択した画像ファイルをメモ리카ード 3 1 から読み出し、メモリ 2 3 に書き込む (ステップ S 1 4 2) 。

C P U 3 0 は、読み出した画像から縮小画像を作成する (ステップ S 1 4 3) 。

【 0 1 8 5 】

C P U 3 0 は、メモリ 2 3 上のプレビュー画像用の記憶領域に書き込む (ステップ S 1 4 4) 。これにより撮影モード時と同じように、この縮小画像がプレビュー画像として表示装置 2 4 から表示される。ユーザはこの表示を見ることで、再生画像を確認することができる。

50

【 0 1 8 6 】

ユーザがこの表示を視認して、他の画像を見たい場合にN Oキーを押下すると、操作部26はこの操作情報をC P U 3 0に送信する。

C P U 3 0は、この操作情報に従って、次の画像が指定されたか否かを判定する(ステップS 1 4 5)。

【 0 1 8 7 】

次の画像が指定されたと判定した場合(ステップS 1 4 5においてY e s)、C P U 3 0は、次の画像を選択し(ステップS 1 4 6)、再度ステップS 1 4 2 ~ S 1 4 4を実行する。

【 0 1 8 8 】

次の画像が指定されなかったと判定した場合(ステップS 1 4 5においてN o)、C P U 3 0は、この再生モードが終了したか否かを判定する(ステップS 1 4 7)。

撮影キーが押下されなければ、C P U 3 0は、再生モードは終了していないと判定して(ステップS 1 4 7においてN o)、ステップ145(次の画像が指定されたか否かの判定)に戻る。

【 0 1 8 9 】

一方、撮影キーが押下されると、C P U 3 0は、操作部26から、この操作情報を受信して再生モードが終了したと判定し(ステップS 1 4 7においてY e s)、再生処理を終了させる。

【 0 1 9 0 】

次に、パラメータのファイルヘッダへの書き込みについて説明する。

元画像と補正画像とを、共にJ P E Gフォーマットの画像として記録する際に、元画像のファイル名を画像ファイルのヘッダ(オプションデータ)領域に記録する。補正画像を再度修正したい場合に、修正画像ファイルを補正するのでは元の画像から作成することによって劣化の少ない画像を作成することができる。この画像編集は、デジタルカメラ1内で行われてもよい。しかし、画像編集は、コンピュータで行われることもできる。コンピュータで画像編集を行えば、さらに高度の画像補正を行えることが期待される。

【 0 1 9 1 】

さらに、ヘッダに画像処理を行ったときのパラメータを記録することにより、コンピュータは、この元画像にこのパラメータを用いて、補正画像を再度、容易に作成することができる。このため、ユーザは即時、その前回の補正画像から手を加えやすくなる。

【 0 1 9 2 】

ヘッダ情報は、データの種類(データ名)と、それぞれのデータのバイト数と、その内容と、を含む。

C P U 3 0は、このヘッダ情報を、ヘッダ情報記憶領域に順次、元画像データの画像ファイル名、補正画像の画像サイズ、アフィンパラメータ、ヒストグラムテーブルを作成するための入出力のデータセットを記憶する。

【 0 1 9 3 】

入出力データセットは、入力データと出力データとの関係を示すデータのセットであり、入出力関係を示す直線の傾斜が変化する変化点毎に、入力データの小さい方から順に並べて、入力データと出力データとを組にしたものである。

【 0 1 9 4 】

変化点の入力データが、小さい方から、順に、 $x_1, x_2, \dots, x_m$ として、対応する出力データが $y_1, y_2, \dots, y_m$ とすると、データセットは、 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_m, y_m)$ の m 個のデータセットで表される。この場合、入力データ x は、 $x_i < x < x_{i+1}$ であれば、出力データ y は次の数30によって表される。

10

20

30

40

【数 3 0】

$$y = y_i \cdot (1 - k) + y_{i+1} \cdot k$$

$$\text{ただし } k = \frac{X - X_i}{X_{i+1} - X_i}$$

【 0 1 9 5 】

例えば、入力データと出力データとの関係が、図 2 7 (a) に示すような関係である場合、CPU 3 0 は、(0 , 0)、(最小値 , 0)、(ピーク値、一定輝度値 (= 2 3 0))、(最大値 , 2 5 5)、(255 , 255) の 5 つのデータセットをメモリカード 3 1 に記憶する。

10

【 0 1 9 6 】

同様に、入出力データの関係が、図 2 7 (b) に示すような関係である場合、CPU 3 0 は、(0 , 0)、(最小値 , 0)、(ピーク値、一定輝度値 (= 2 0))、(最大値 , 255)、(255 , 255) の 5 つのデータセットをメモリカード 3 1 に記憶する。

【 0 1 9 7 】

入出力データの関係が、図 2 7 (c) に示すような関係である場合、CPU 3 0 は、(0 , 0)、(最小値 , 0)、(最大値 , 255)、(255 , 255) の 4 つのデータセットをメモリカード 3 1 に記憶する。

【 0 1 9 8 】

このような輝度値のデータセットを記録することにより、様々なヒストグラムを記述することができる。CPU 3 0 は、このようなデータを補正画像データの記録 (図 5 のステップ S 2 6) と同時に、メモリカード 3 1 に記録する。

20

【 0 1 9 9 】

次に、補正画像の編集処理について説明する。

画像データを一度保存した後、この画像データを再度補正したい場合がある。この場合、前述のように、元の画像データを一括して補正した方が、画像劣化が少ないという点で、好ましい。

【 0 2 0 0 】

ユーザがコントロールキーを操作して画像の編集モードを指定すると、CPU 3 0 は、図 3 1 に示すフローチャートに従って、画像の編集処理を実行する。

30

CPU 3 0 は、操作部 2 6 から送信された操作情報に従って、補正画像を選択する (ステップ S 1 5 1)。

【 0 2 0 1 】

CPU 3 0 は、メモリカード 3 1 のヘッダ情報記憶領域からヘッダ情報を読み込む (ステップ S 1 5 2)。

CPU 3 0 は、元画像を読み込む (ステップ S 1 5 3)。

CPU 3 0 は、読み込んだ補正画像、ヘッダ情報、元画像を画像処理装置 2 5 に送り、再度、補正するように、画像処理装置 2 5 を制御する (ステップ S 1 5 4)。

【 0 2 0 2 】

画像処理装置 2 5 は、補正画像、ヘッダ情報、元画像を、CPU 3 0 から取得して、射影変換画像を作成する (ステップ S 1 5 5)。画像処理装置 2 5 は、作成した射影変換画像のデータを表示装置 2 4 に送り、表示装置 2 4 は、この画像を液晶モニタ 1 2 に表示する。

40

【 0 2 0 3 】

ユーザが射影変換キー、回転補正キーを操作すると、操作部 2 6 は、この操作情報を CPU 3 0 に送信する。CPU 3 0 は、この操作情報を取得して、画像処理装置 2 5 を射影手動補正処理を行うように制御する。

【 0 2 0 4 】

画像処理装置 2 5 は、図 2 4 に示すフローチャートに従って射影手動補正処理を行う (ステップ S 1 5 7)。

50

画像処理装置 25 は、ヘッダ情報と共に射影手動補正処理された補正画像をメモリカード 31 に記録し (ステップ S 158)、この編集処理を終了させる。

【0205】

以上説明したように、本実施形態によれば、画像処理装置 25 は、撮影対象物 (白板 2) の画像から輪郭を取得して、撮影対象物の形状を取得し、撮影対象物の四角形の頂点位置から、射影パラメータを求めて撮影対象物の画像を射影変換するようにした。

【0206】

従って、撮影対象物が四角形であれば、自動的に画像の歪みを容易に補正することができる。また、その結果として、元の撮影対象物の画像に等しい判読性の高い画像を得ることができる。

10

【0207】

また、撮影対象物が縦、横の比が不明な四角形であり、かつ、任意の撮影対象物を任意の視点・姿勢で撮影した場合でもデジタルカメラ 1 の焦点距離を用いることにより、画像の歪みを補正することができる。

【0208】

また、射影パラメータを求めるのにプレビューなどに用いる解像度の低い縮小画像を用いるので、演算数は低減され、効率よく演算処理を行うことができ、画像処理を高速に行うことができる。

【0209】

また、撮影された画像から、複数の四角形が抽出された場合に、最大外郭の四角形を優先的に選択し、N O キーやカーソルキー等によって、四角形が大きい方から順に選択されるように構成されているため、複数の撮影対象物の輪郭の候補があっても、速やかに撮影対象物の輪郭を取得することができ、結果として簡単な手法で判読性の高い画像を得ることができる。

20

【0210】

また、歪み補正を行った画像から画像処理補正用パラメータを求めるようにしたので、より良好な画像効果補正を行うことができる。

【0211】

尚、本発明を実施するにあたっては、種々の形態が考えられ、上記実施形態に限られるものではない。

30

例えば、上記実施形態では、補正画像の作成に用いたパラメータを補正画像のファイルに保存した。しかし、元画像のファイルにこのパラメータを保存することもできる。元画像のファイルにパラメータを保存すれば、補正画像を保存しなくても、元画像から容易に補正画像を作成することができる。

【0212】

この場合のヘッダ情報は、図 32 に示すように、画像サイズと射影パラメータと画像効果補正用パラメータとのみで構成される。また、撮影処理を行う際、デジタルカメラ 1 は、変換後の画像を保存せずに、すぐに射影パラメータの抽出処理を行う。

【0213】

この撮影処理 (2) の内容を図 33 のフローチャートに示す。

40

画像処理装置 25 は、射影補正画像を作成し (ステップ S 161 ~ 169)、画像の調整、変換画像の効果処理、ヘッダの補正データ作成を行う (ステップ S 170 ~ S 172)。

【0214】

C P U 30 は、図 32 に示すヘッダ情報を作成する (ステップ S 173)。

画像処理装置 25 は、元画像データを圧縮し、C P U 30 は、作成したヘッダ情報を、圧縮した元画像データと共にメモリカード 31 に記録する (ステップ S 174)。

【0215】

また、再編集処理も図 31 に示す処理内容とは異なるものになる。即ち、再編集処理は、補正画像ではなく、元画像に対して行われる。この処理内容を図 34 のフローチャート

50

に示す。

CPU30は、元画像を選択し、元画像のファイルからヘッダ情報を読み出す(ステップS181, S182)。

【0216】

画像処理装置25は、すぐに射影補正画像を作成し(ステップS183)、画像効果処理を行う(ステップS184)。

CPU30と画像処理装置25とは、射影手動補正処理を行い、補正終了後、CPU30は、変更された射影補正パラメータに基づいてヘッダ情報を作成し、作成したヘッダ情報を元画像のファイルに再度記録する(ステップS185~S187)。

【0217】

また、上記実施形態では、画像補正をデジタルカメラ1で行うようにした。しかし、画像補正をコンピュータで行うことも可能である。この場合、コンピュータをコンピュータインタフェース部27に接続し、コンピュータが図31に示すフローチャートに従って画像の編集処理を実行する。コンピュータがこのような画像の編集処理を行えば、コンピュータは、マウス等を備え、デジタルカメラ1に比べて操作情報の入力も容易になるので、操作性が向上する。また、コンピュータの表示装置は、デジタルカメラ1の液晶モニター2よりも大きいのが一般的であるので、画像を詳細に視認して、画像補正を精度良く行うことが可能になる。

【0218】

また、上記実施形態では、四角形を取得できない場合、警告を行うようにした。しかし、警告を行う代わりに、撮影した画像を表示して、コントロールキー等を用いて、ユーザーに四角形の4点を指定させるように構成されることもできる。そして、この指定された4点を用いてアフィンパラメータを求めるようにすることもできる。

【0219】

尚、上記実施の形態では、プログラムが、それぞれメモリ等に予め記憶されているものとして説明した。しかし、コンピュータを、装置の全部又は一部として動作させ、あるいは、上述の処理を実行させるためのプログラムを、フレキシブルディスク、CD-ROM (Compact Disk Read-Only Memory)、DVD (Digital Versatile Disk)、MO (Magnetic Optical disk)などのコンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納して配布し、これを別のコンピュータにインストールし、上述の手段として動作させ、あるいは、上述の工程を実行させてもよい。

【0220】

さらに、インターネット上のサーバ装置が有するディスク装置等にプログラムを格納しておき、例えば、搬送波に重畳させて、コンピュータにダウンロード等するものとしてもよい

【図面の簡単な説明】

【0221】

【図1】本発明の実施形態に係るデジタルカメラで白板を撮影するときの状態を示す説明図である。

【図2】図1に示すデジタルカメラの構成を示すブロック図である。

【図3】図2に示す画像処理装置の機能の説明図である。

【図4】図2に示す操作部が備える各キーの説明図である。

【図5】デジタルカメラが実行する撮影処理の内容を示すフローチャートである。

【図6】図2に示す画像処理装置の切り抜き対象の四角形を示す説明図である。

【図7】射影パラメータの抽出とアフィン変換の基本的な考え方を説明するための説明図である。

【図8】図2に示す画像処理装置が実行する射影パラメータ抽出処理の内容を示すフローチャートである。

【図9】図2に示す画像処理装置が実行する四角形輪郭抽出処理の内容を示すフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図 1 0】縮小輝度画像とエッジ画像の説明図である。

【図 1 1】Robertsフィルタの機能の説明図である。

【図 1 2】ラドン変換の原理を説明するためのイメージ図である。

【図 1 3】X、Y座標系の直線をラドン変換して極座標系のデータを取得する動作を説明するための図である。

【図 1 4】図 2 に示す画像処理装置が実行する極座標系のデータからのピーク点検出処理の内容を示すフローチャートである。

【図 1 5】ピーク点を検出して抽出した直線から、四角形を検出する考え方を示す説明図である。

【図 1 6】図 2 に示す画像処理装置が実行する検出した四角形の選択処理の内容を示すフローチャートである。

10

【図 1 7】図 2 に示す画像処理装置が実行する四角形の頂点からアフィンパラメータを求める処理の内容を示すフローチャートである。

【図 1 8】四角形を抽出できなかった場合の警告の内容を示す説明図である。

【図 1 9】図 2 に示すCPUが実行する警告処理の内容を示すフローチャートである。

【図 2 0】射影変換後の画像から元の画像を得るための逆変換の説明図である。

【図 2 1】図 2 に示す画像処理装置が実行するアフィン変換による画像変換処理の内容を示すフローチャートである。

【図 2 2】射影変換によって画像の歪みを補正することができなかった例を示す説明図である。

20

【図 2 3】元の画像、射影変換画像、拡大した射影変換画像との対応関係を説明するための図である。

【図 2 4】図 2 に示す画像処理装置が実行する補正調整と画像変換処理の内容を示すフローチャートである。

【図 2 5】輝度ヒストグラムの一例を示す説明図である。

【図 2 6】図 2 に示す画像処理装置が実行する画像効果補正用パラメータの抽出処理の内容を示すフローチャートである。

【図 2 7】画像効果処理を示す説明図であり、(a)は、背景色が白の場合の画像効果処理を示し、(b)は、背景が黒の場合の画像効果処理を示し、(c)は、背景が白又は黒以外の場合の画像効果処理を示す。

30

【図 2 8】図 2 に示す画像処理装置が実行する画像効果処理の内容を示すフローチャートである。

【図 2 9】図 2 に示すCPU、画像処理装置が実行する再生処理の内容を示すフローチャートである。

【図 3 0】ヘッダ情報の内容を示す説明図である。

【図 3 1】図 2 に示すCPU、画像処理装置が実行する補正画像の再編集処理の内容を示すフローチャートである。

【図 3 2】元画像のみを保存する場合のヘッダ情報の内容を示す説明図である。

【図 3 3】元画像のみを保存する場合に図 2 に示すCPU、画像処理装置が実行する撮影処理(2)の内容を示すフローチャートである。

40

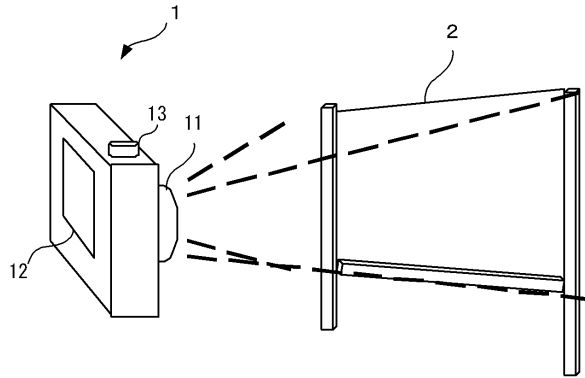
【図 3 4】元画像のみを保存する場合に図 2 に示すCPU、画像処理装置が実行する補正画像の再編集処理の内容を示すフローチャートである。

【符号の説明】

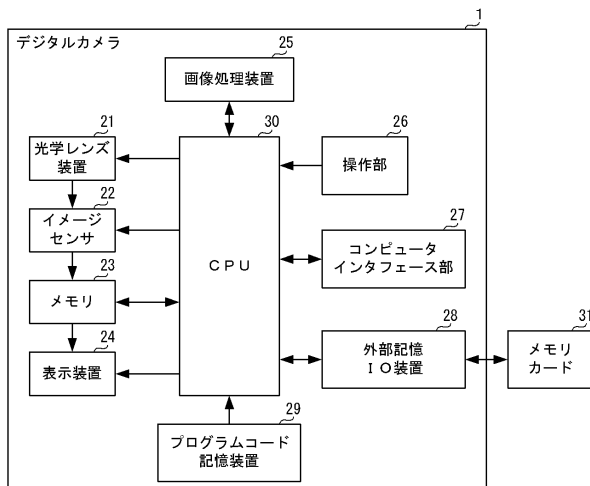
【0 2 2 2】

1・・・デジタルカメラ、2・・・白板、11・・・撮影レンズ部、12・・・液晶モニタ、13・・・シャッターボタン、21・・・光学レンズ装置、22・・・イメージセンサ、23・・・メモリ、24・・・表示装置、25・・・画像処理装置、30・・・CPU、31・・・メモ리카ード

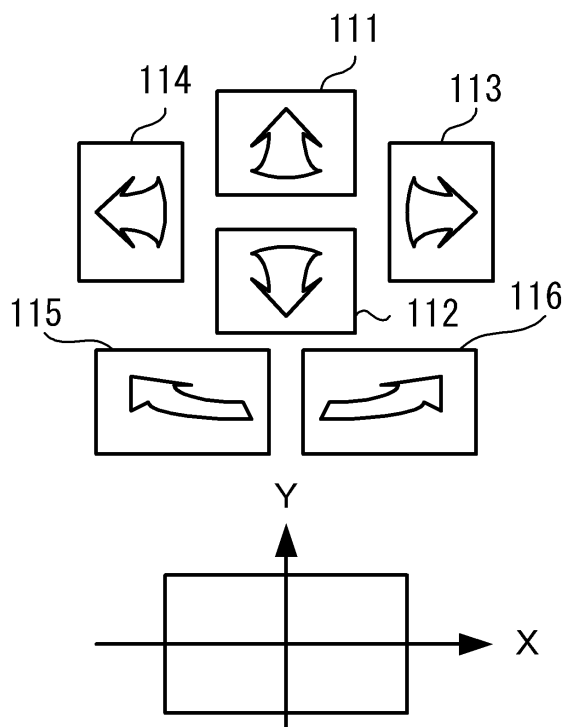
【図 1】



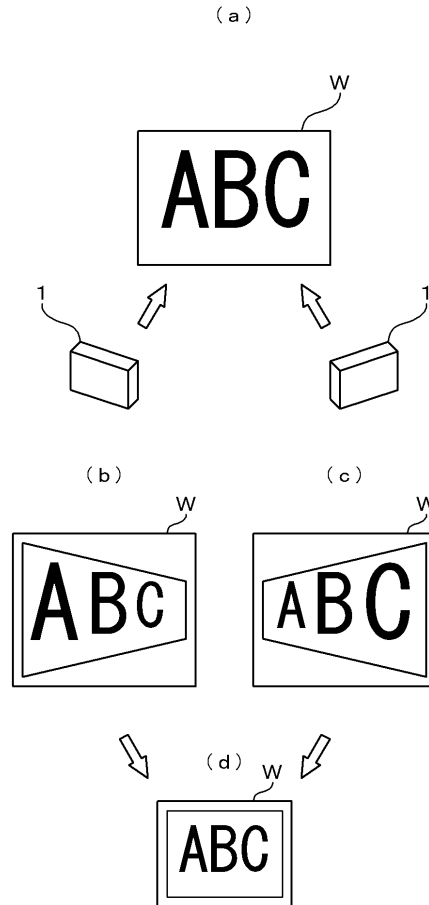
【図 2】



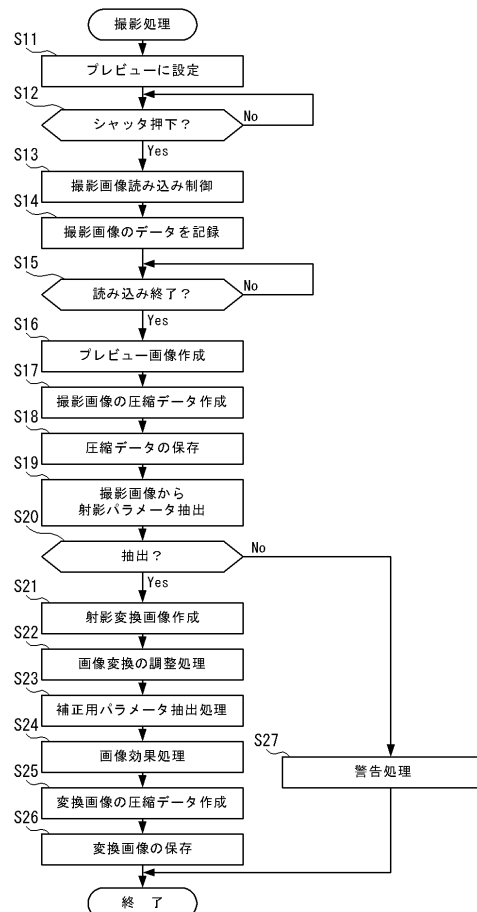
【図 4】



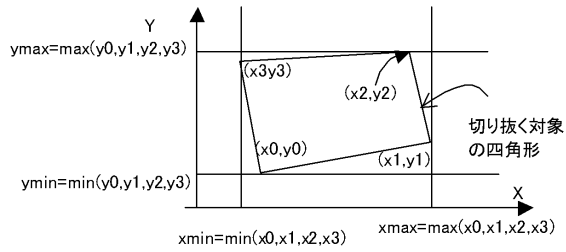
【図 3】



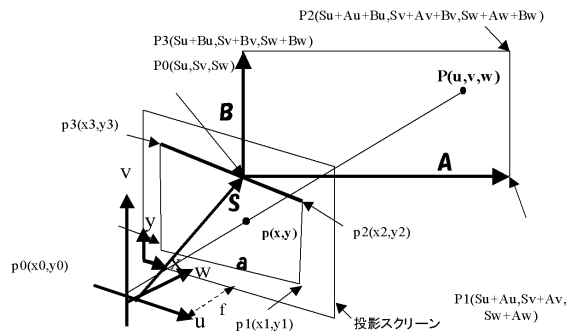
【図 5】



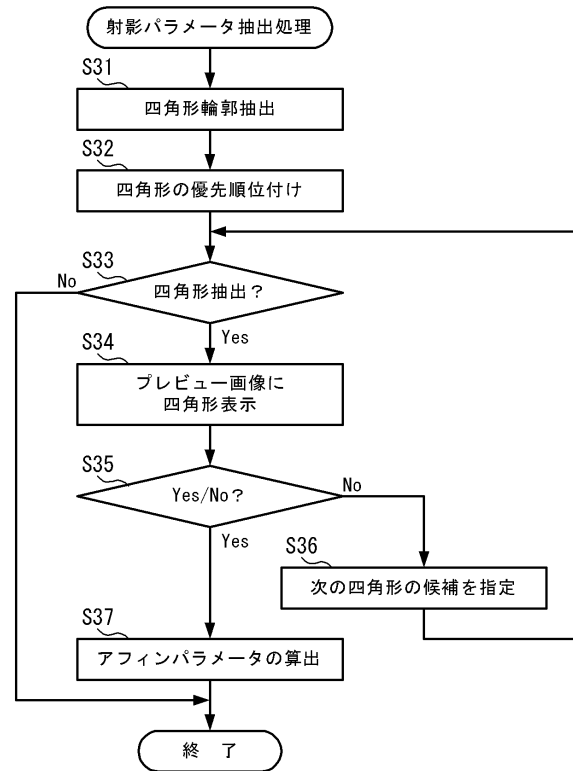
【図 6】



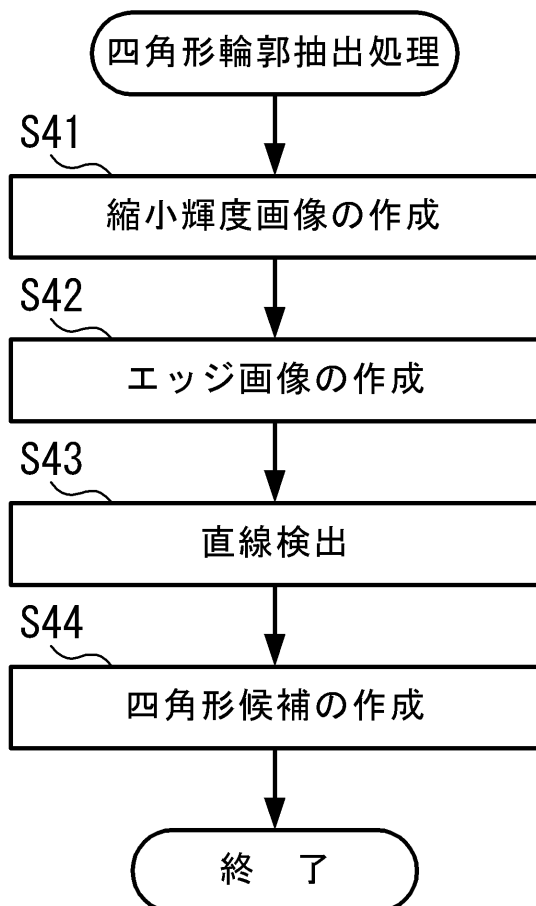
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 11】

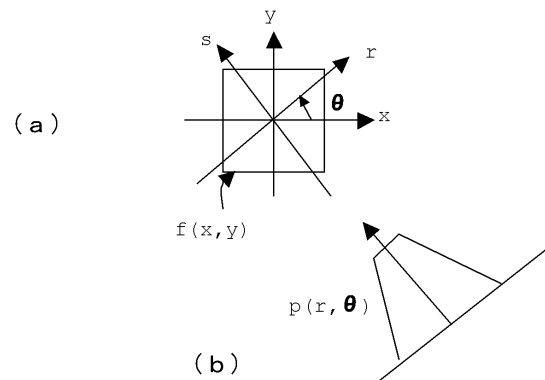
(a) $\Delta 1$

1	0
0	-1

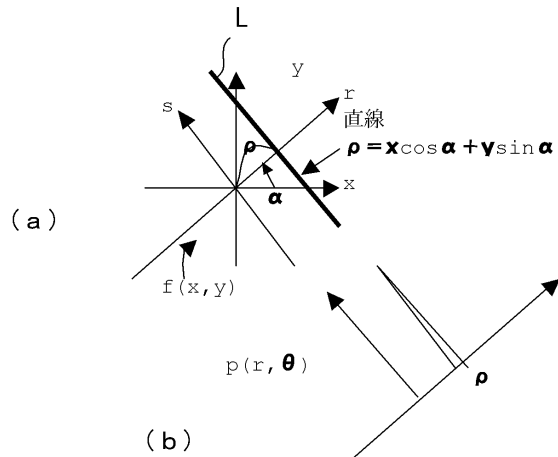
(b) $\Delta 2$

0	1
-1	0

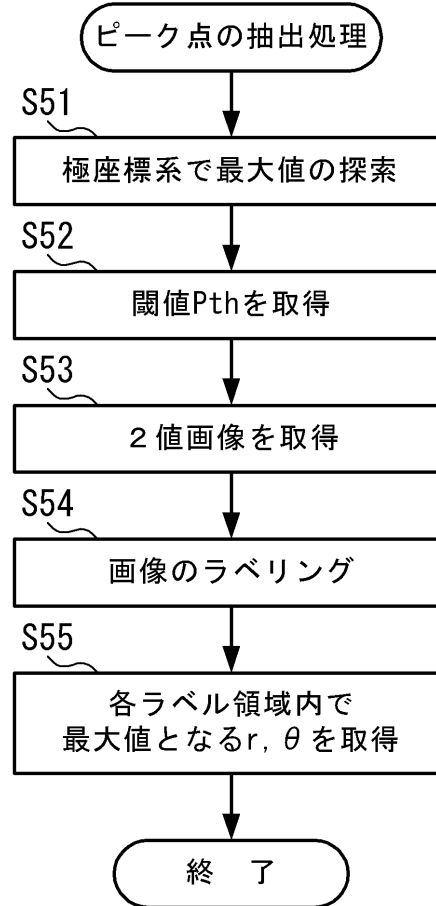
【図 12】



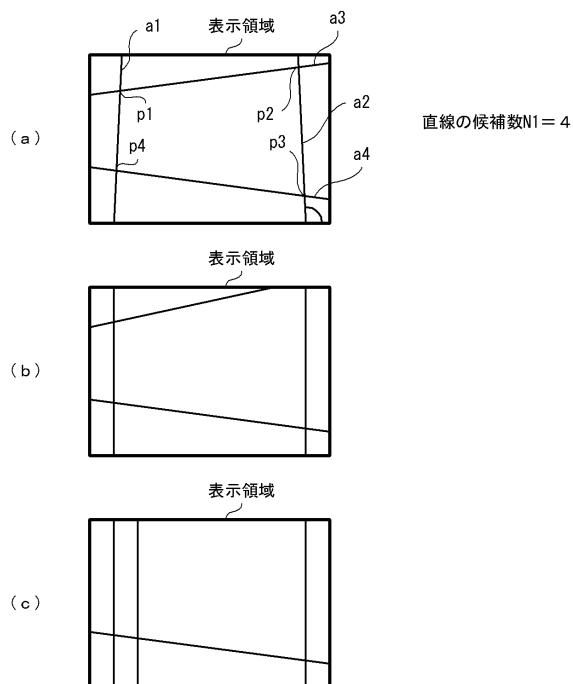
【図 13】



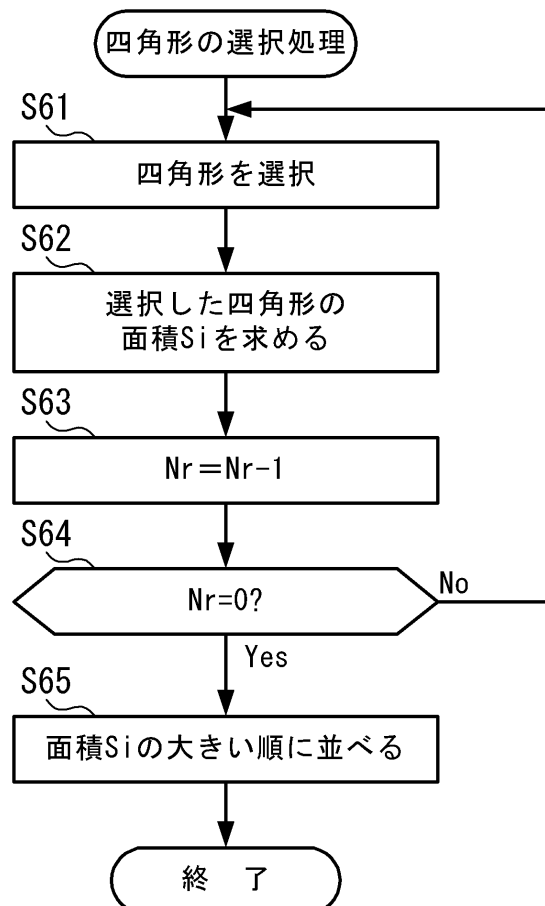
【図 14】



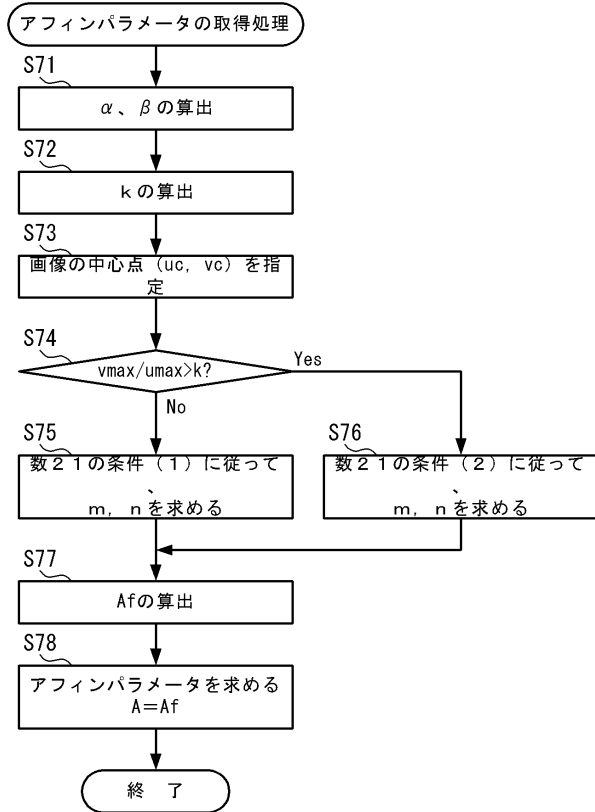
【図 15】



【図 16】

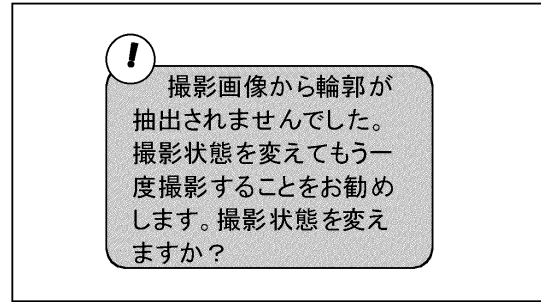


【図 17】

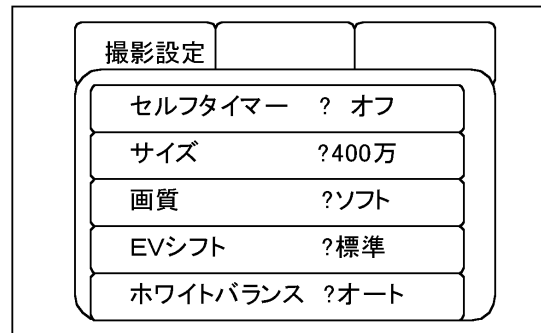


【図 18】

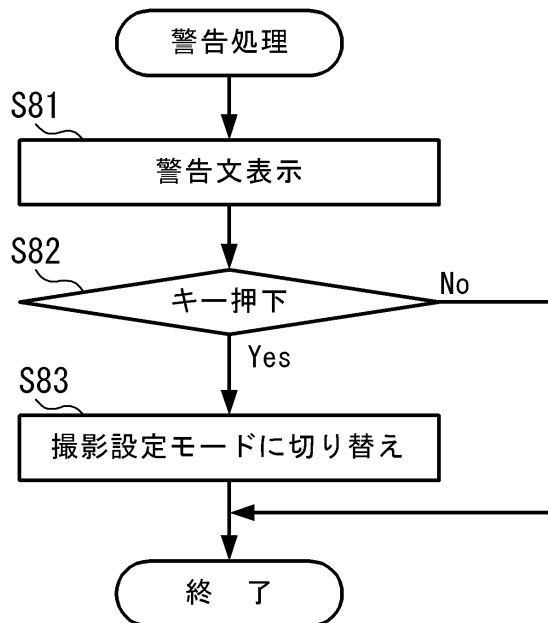
(a) 警告文



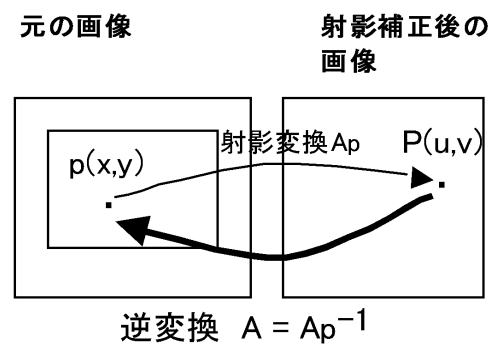
(b) カメラ撮影設定モード



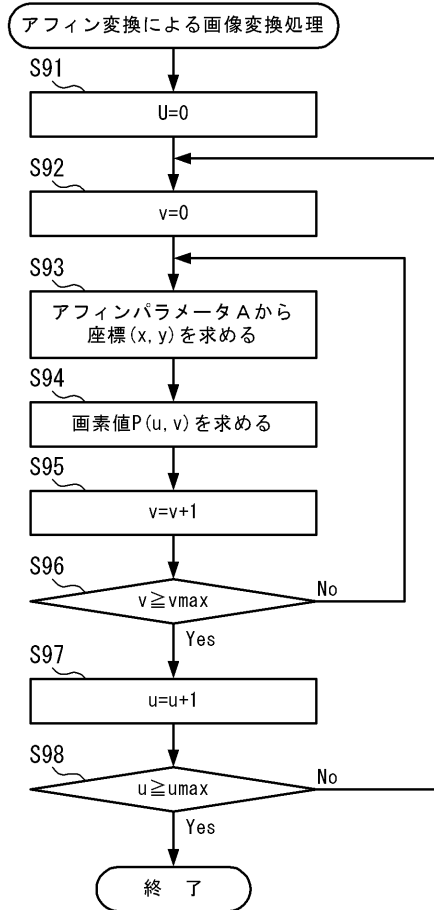
【図 19】



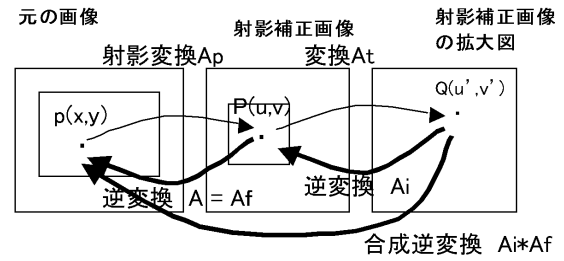
【図 20】



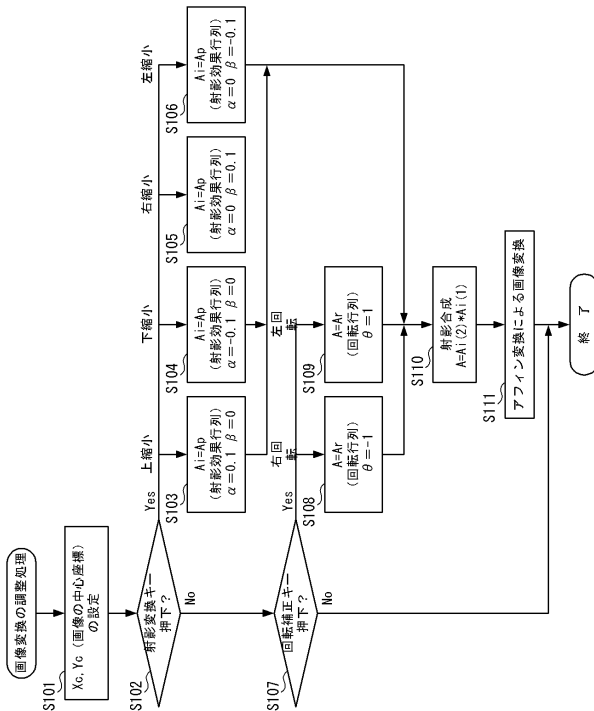
【図 2 1】



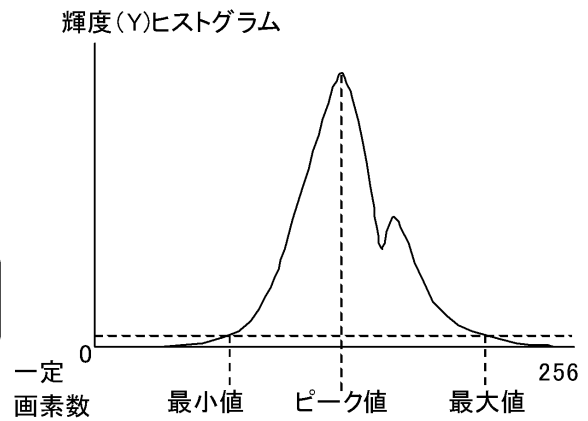
【図 2 3】



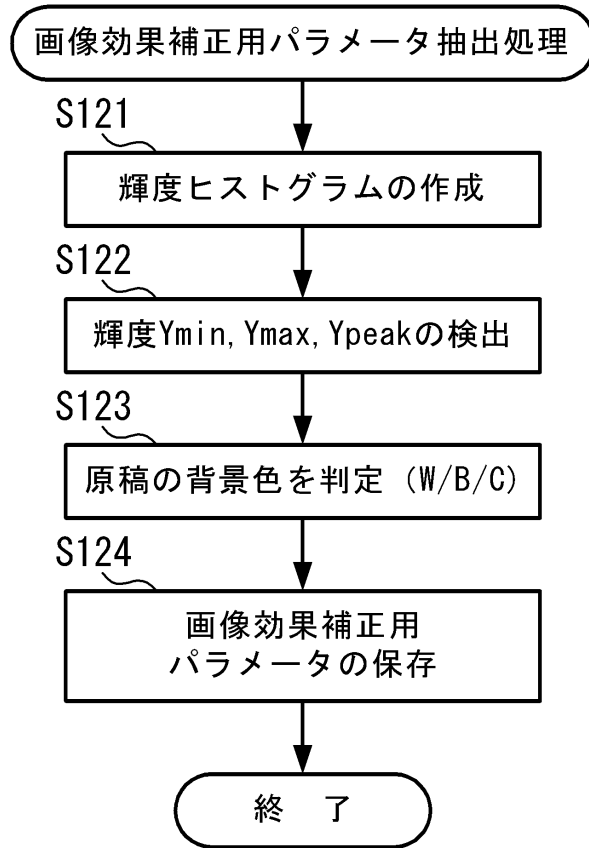
【図 2 4】



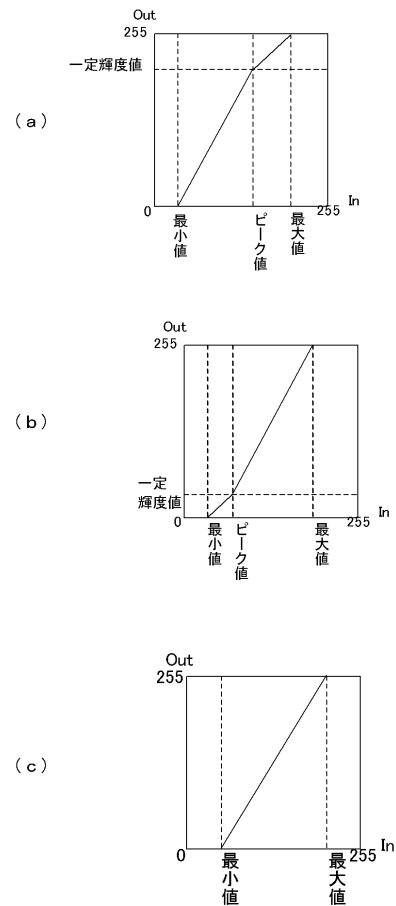
【図 2 5】



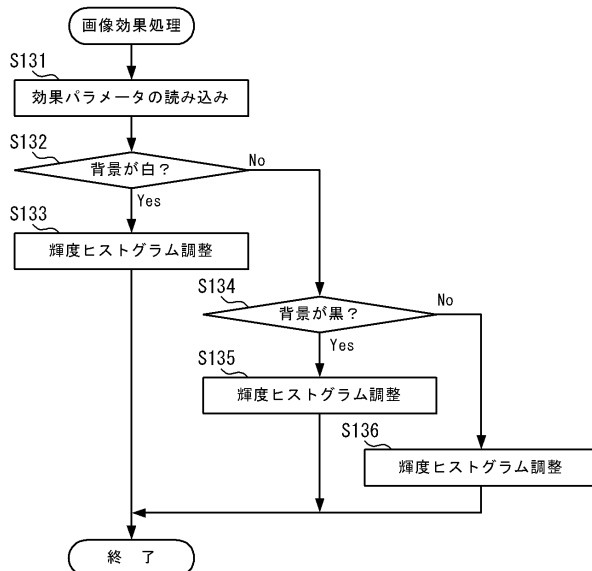
【図 26】



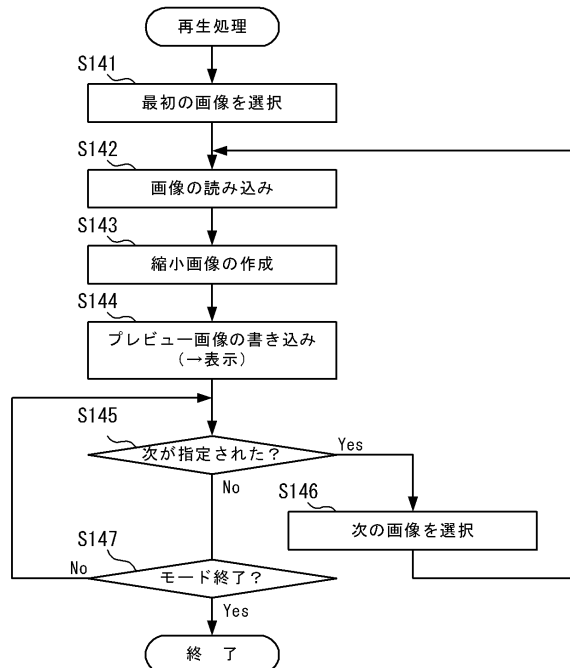
【図 27】



【図 28】



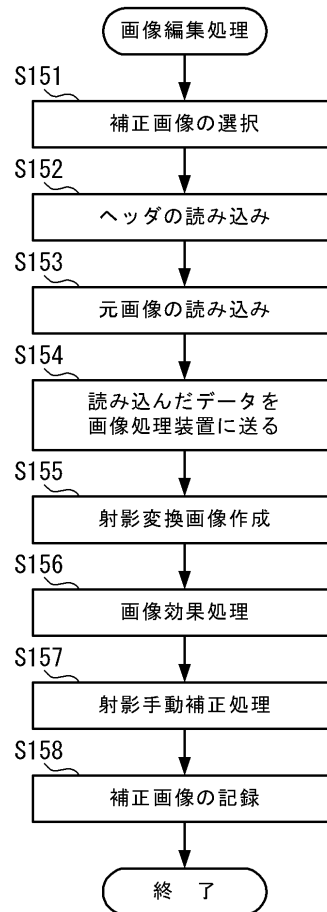
【図 29】



【図 30】

データ名	バイト数	内容又は補足
元画像のファイル名	最大128バイト	元画像のファイル名を格納 ファイル名の末尾はNULL
画像サイズ	4バイト	縦（2バイト）、横（2バイト）
射影パラメータ	32バイト	アフィンパラメータ a11, a12, a13, a21, a22, a23, a31, a32)
画像効果処理用 パラメータ	M*2バイト	入出力データのデータセット（m個）

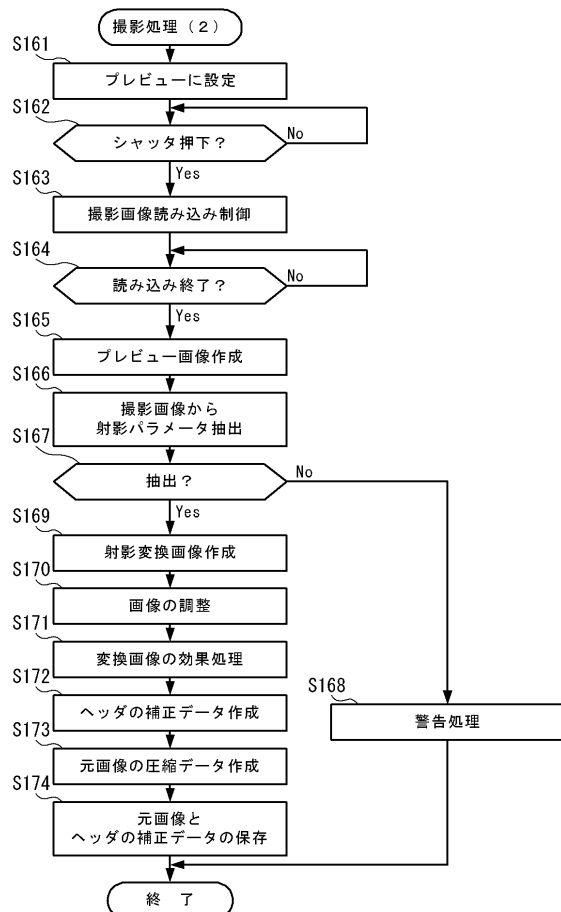
【図 31】



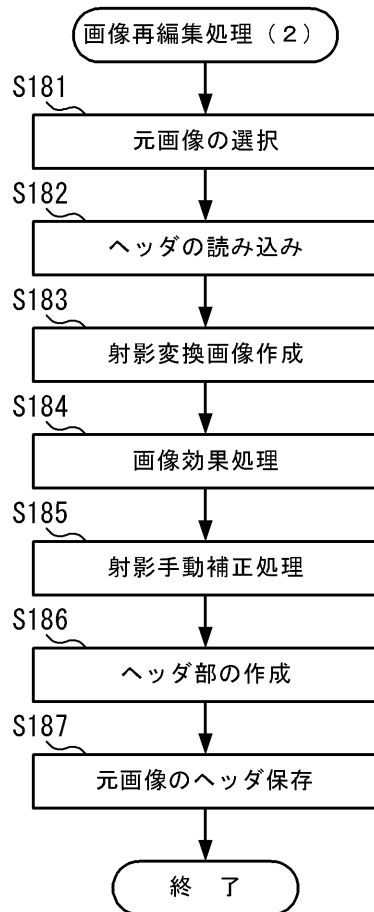
【図 32】

データ名	バイト数	内容又は補足
画像サイズ	4バイト	縦（2バイト）、横（2バイト）
射影パラメータ	32バイト	アフィンパラメータ a11, a12, a13, a21, a22, a23, a31, a32)
画像効果補正用 パラメータ	M*2バイト	入出力データのデータセット（m個）

【図 33】



【図 3 4】

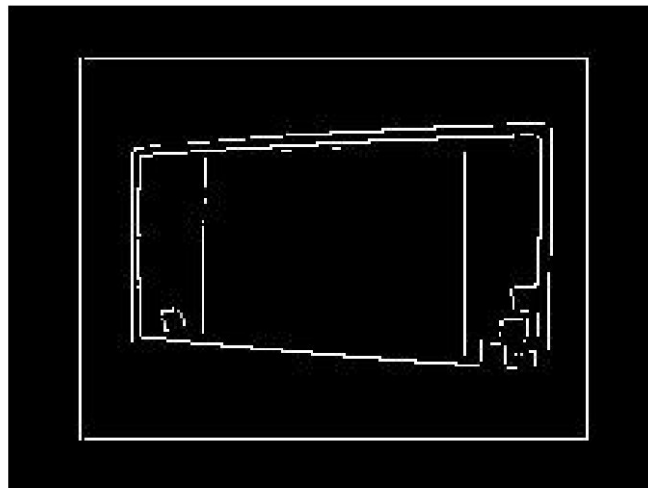


【図 10】

(A) 縮小輝度画像

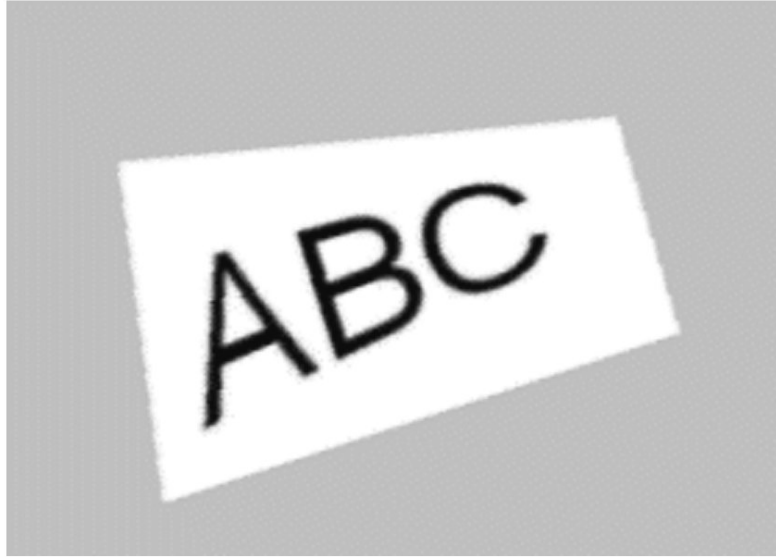


(B) エッジ画像



【図 22】

(a)



(b)



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 4 N 1/387
H 0 4 N 1/40 Z

(56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 1 4 1 5 2 0 (J P , A)
特開平 0 5 - 2 6 6 1 6 1 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 0 7 8 7 2 5 (J P , A)
特開平 0 5 - 1 0 1 2 2 1 (J P , A)
特開平 0 6 - 2 7 4 6 4 9 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 2 8 8 5 8 8 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 2 2 3 8 9 1 (J P , A)
特開平 0 7 - 2 2 2 0 5 2 (J P , A)
特開平 0 8 - 1 1 1 7 7 8 (J P , A)
特開平 0 8 - 1 6 1 4 2 4 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 1 2 5 1 7 5 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 2 2 8 7 2 2 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 0 9 2 6 0 6 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 3 5 4 3 8 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 0 1 5 2 1 8 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 0 6 9 8 8 9 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 2 5 0 0 5 6 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 2 8 3 9 1 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 6 T 3 / 0 0 , 2 0 0
G 0 6 T 1 / 0 0
G 0 6 T 7 / 6 0
H 0 4 N 1 / 3 8 7
H 0 4 N 1 / 4 0