

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4852592号
(P4852592)

(45) 発行日 平成24年1月11日(2012.1.11)

(24) 登録日 平成23年10月28日(2011.10.28)

(51) Int.Cl. F I
HO4N 1/387 (2006.01) HO4N 1/387
GO6T 3/60 (2006.01) GO6T 3/60

請求項の数 6 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2008-303937 (P2008-303937)
 (22) 出願日 平成20年11月28日(2008.11.28)
 (65) 公開番号 特開2010-130441 (P2010-130441A)
 (43) 公開日 平成22年6月10日(2010.6.10)
 審査請求日 平成23年6月30日(2011.6.30)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 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

審査官 渡辺 努

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 文字画像補正装置及び文字画像補正方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮影した画像から文字領域を検出する文字領域検出手段と、
 前記文字領域検出手段によって検出された文字領域から文字列の傾斜角を検出する傾斜角検出手段と、

前記傾斜角が所定の角度になるように前記文字列の傾斜角を補正する傾斜角補正手段と

、
 前記傾斜角補正手段によって傾斜角が補正された文字列において、文字のアスペクト比を検出する文字列アスペクト比検出手段と、

前記文字列アスペクト比検出手段で検出されたアスペクト比が所定の値になるように、
 前記傾斜角が補正された文字列の、文字のアスペクト比を補正するアスペクト比補正手段と、

を備えることを特徴とする文字画像補正装置。

【請求項2】

予め所定の異なる傾斜角の文字列が形成された複数の基準画像を備え、

前記傾斜角検出手段が、

前記複数の基準画像における文字列に対して、前記文字領域検出手段で検出された文字領域における文字列の傾斜角の相似を表す相関度を算出し、

前記複数の基準画像の中で相関度の高い基準画像の文字列の傾斜角に基づいて、前記文字領域検出手段で検出された文字領域における文字列の傾斜角を検出するように構成され

ている、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の文字画像補正装置。

【請求項 3】

前記文字列アスペクト比検出手段が、

前記文字列を文字列方向及び文字列方向に直交する文字列直交方向の夫々に投影して、前記投影された前記文字列方向及び前記文字列直交方向の夫々における画素分布を検出する画素分布検出手段と、

前記画素分布検出手段によって検出された前記文字列方向の画素分布に基づいて、前記文字列の前記文字列方向に直交する方向における文字サイズを検出する第 1 の文字サイズ検出手段と、

前記画素分布検出手段によって検出された前記文字列直交方向の画素分布に基づいて、前記文字列の前記文字列方向における文字サイズを検出する第 2 の文字サイズ検出手段と

、
を備え、

前記第 1 の文字サイズ検出手段で検出された文字サイズと前記第 2 の文字サイズ検出手段で検出された文字サイズとの比によって、前記アスペクト比を検出するように構成されている、

ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の文字画像補正装置。

【請求項 4】

撮影した画像から文字領域を検出する文字領域検出手順と、

前記文字領域検出手順によって検出された文字領域から文字列の傾斜角を検出する傾斜角検出手順と、

前記傾斜角が所定の角度になるように前記文字列の傾斜角を補正する傾斜角補正手順と

、
前記傾斜角補正手順によって傾斜角が補正された文字列において、文字のアスペクト比を検出する文字列アスペクト比検出手順と、

前記文字列アスペクト比検出手順で検出されたアスペクト比が所定の値になるように、前記傾斜角が補正された文字列の、文字のアスペクト比を補正するアスペクト比補正手順と、

を備えることを特徴とする文字画像補正方法。

【請求項 5】

予め所定の異なる傾斜角の文字列が形成された複数の基準画像を用い、

前記傾斜角検出手順において、

前記複数の基準画像における文字列に対して、前記文字領域検出手順で検出された文字領域における文字列の傾斜角の相似を表す相関度を算出し、

複数の基準画像の中で相関度の高い基準画像の文字列の傾斜角に基づいて、前記文字領域検出手順で検出された文字領域における文字列の傾斜角を検出する、

ことを特徴とする請求項 4 に記載の文字画像補正方法。

【請求項 6】

前記文字列アスペクト比検出手順において、

前記文字列を文字列方向及び文字列方向に直交する文字列直交方向の夫々に投影して、前記投影された前記文字列方向及び前記文字列直交方向の夫々における画素分布を検出する画素分布検出手順と、

前記画素分布検出手順によって検出された前記文字列方向の画素分布に基づいて、前記文字列の前記文字列方向に直交する方向における文字サイズを検出する第 1 の文字サイズ検出手順と、

前記画素分布検出手順によって検出された前記文字列直交方向の画素分布に基づいて、前記文字列の前記文字列方向における文字サイズを検出する第 2 の文字サイズ検出手順と

、
を用い、

前記第1の文字サイズ検出手順で検出された文字サイズと前記第2の文字サイズ検出手順で検出された文字サイズとの比によって、前記アスペクト比を検出する、ことを特徴とする請求項4又は請求項5に記載の文字画像補正方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮影された文字画像の歪補正に係る文字画像補正装置及び文字画像補正方法に関する。

10

【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ではなかった。

20

【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。

【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。

30

【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。

【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。

40

【0007】

図11(a)が横書きの文字列が印刷された元画像、図11(b)が図11(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、図11(c)が元画像に対する撮影装置の位置を表した図である。この際、図11(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できるが、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る。

50

【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】

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。

【数1】

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

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

【特許文献1】特開2007-058634号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、従来の射影変換を用いた文字画像補正の技術によれば、（式1）のように、未知の変換係数が8個（ $a_1 \sim a_8$ ）なので、この変換係数を求めるには、撮影された画像座標と実空間の座標とを関連付けできる対応点（基準となる目印）が4点以上必要になる。その結果、例えば長方形内の領域にあって既知の対応点を4点以上関連付けることができない状況では、射影変換による補正が困難であった。

【0011】

そこで、本発明は、文字が印刷された撮影対象に対して傾斜されて撮影され、元の文字画像から歪んで得られた文字画像を補正する際に、元の文字画像と撮影された文字画像との既知の対応点を必要とせず、文字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及び文字画像補正方法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】

【0012】

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、撮影された文字画像の歪みを補正する文字画像補正装置において、撮影した画像から文字領域を検出する文字領域検出手段と、前記文字領域検出手段によって検出された文字領域から文字列の傾斜角を検出する傾斜角検出手段と、前記傾斜角が所定の角度になるように前記文字列の傾斜角を補正する傾斜角補正手段と、前記傾斜角補正手段によって傾斜角が補正された文字列において、文字のアスペクト比を検出する文字列アスペクト比検出手段と、前記文字列アスペクト比検出手段で検出されたアスペクト比が所定の値になるように、前記傾斜角が補正された文字列の、文字のアスペクト比を補正するアスペクト比補正手段と、を備えることを特徴とする。

【0013】

請求項1に記載の文字画像補正装置によれば、文字列の傾斜角を検出する傾斜角検出手段と、傾斜角が所定の角度になるように文字列の傾斜角を補正する傾斜角補正手段と、傾斜角補正手段によって傾斜角が補正された文字列において、文字のアスペクト比を検出する文字列アスペクト比検出手段と、文字列アスペクト比検出手段で検出されたアスペクト比が所定の値になるように、傾斜角が補正された文字列の、文字のアスペクト比を補正するアスペクト比補正手段と、を備えているので、文字が印刷された撮影対象に対して傾斜されて撮影され、元の文字画像から歪んで得られた文字画像を補正する際に、元の文字画

10

20

30

40

50

像と撮影された文字画像との既知の対応点を必要とせず、文字の傾き及び歪みを品位良く補正できる。また、請求項 1 に記載の文字画像補正装置は、補正する文字領域の大きさが撮影距離に比べて、所定の範囲以下（例えば、撮影距離が 2 m の際には、10 cm 以下）であることが好ましい。

【0014】

また、請求項 1 に記載の文字画像補正装置は、請求項 2 に記載の発明のように、予め所定の異なる傾斜角の文字列が形成された複数の基準画像を備え、前記傾斜角検出手段が、前記複数の基準画像における文字列に対して、前記文字領域検出手段で検出された文字領域における文字列の傾斜角の相似を表す相関度を算出し、複数の基準画像の中で相関度の高い基準画像の文字列の傾斜角に基づいて、前記文字領域検出手段で検出された文字領域における文字列の傾斜角を検出するように構成されていることにより、撮影された文字画像における文字列の傾斜角を検出できる。

10

【0015】

また、請求項 1 又は請求項 2 に記載の文字画像補正装置は、請求項 3 に記載の発明のように、前記文字列アスペクト比検出手段が、前記文字列を文字列方向及び文字列方向に直交する文字列直交方向の夫々に投影して、前記投影された前記文字列方向及び前記文字列直交方向の夫々における画素分布を検出する画素分布検出手段と、前記画素分布検出手段によって検出された前記文字列方向の画素分布に基づいて、前記文字列の前記文字列方向に直交する方向における文字サイズを検出する第 1 の文字サイズ検出手段と、前記画素分布検出手段によって検出された前記前記文字列直交方向の画素分布に基づいて、前記文字列の前記文字列方向における文字サイズを検出する第 2 の文字サイズ検出手段と、を備え、前記第 1 の文字サイズ検出手段で検出された文字サイズと前記第 2 の文字サイズ検出手段で検出された文字サイズとの比によって、前記アスペクト比を検出するように構成されていることにより、傾斜角が補正された文字画像における文字列の、文字のアスペクト比を検出できる。

20

【0016】

次に、請求項 4 に記載の発明は、撮影された文字画像の歪みを補正する文字画像補正方法において、撮影した画像から文字領域を検出する文字領域検出手順と、前記文字領域検出手順によって検出された文字領域から文字列の傾斜角を検出する傾斜角検出手順と、前記傾斜角が所定の角度になるように前記文字列の傾斜角を補正する傾斜角補正手順と、前記傾斜角補正手順によって傾斜角が補正された文字列において、文字のアスペクト比を検出する文字列アスペクト比検出手順と、前記文字列アスペクト比検出手順で検出されたアスペクト比が所定の値になるように、前記傾斜角が補正された文字列の、文字のアスペクト比を補正するアスペクト比補正手順と、を備えることを特徴とする。

30

【0017】

請求項 4 に記載の文字画像補正方法によれば、文字列の傾斜角を検出する傾斜角検出手順と、傾斜角が所定の角度になるように文字列の傾斜角を補正する傾斜角補正手順と、傾斜角補正手段によって傾斜角が補正された文字列において、文字のアスペクト比を検出する文字列アスペクト比検出手順と、文字列アスペクト比検出手順で検出されたアスペクト比が所定の値になるように、前記傾斜角が補正された文字列の、文字のアスペクト比を補正するアスペクト比補正手順とを用いることにより、請求項 1 に記載の発明と同様に、文字が印刷された撮影対象に対して傾斜されて撮影され、元の文字画像から歪んで得られた文字画像を補正する際に、元の文字画像と撮影された文字画像との既知の対応点を必要とせず、文字の傾き及び歪みを品位良く補正できる。

40

【0018】

また、請求項 4 に記載の文字画像補正方法は、請求項 5 に記載の発明のように、予め所

50

定の異なる傾斜角が形成された複数の基準画像を用い、前記傾斜角検出手順において、前記複数の基準画像における文字列に対して、前記文字領域検出手順で検出された文字領域における文字列の傾斜角の相似を表す相関度を算出し、複数の基準画像の中で相関度の高い基準画像の文字列の傾斜角に基づいて、前記文字領域検出手順で検出された文字領域における文字列の傾斜角を検出することにより、請求項 2 に記載の発明と同様に、撮影された文字画像における文字列の傾斜角を検出できる。

【 0 0 1 9 】

また、請求項 4 又は請求項 5 に記載の文字画像補正方法は、請求項 6 に記載の発明のように、前記文字列アスペクト比検出手順において、前記文字列を文字列方向及び文字列方向に直交する文字列直交方向の夫々に投影して、前記投影された前記文字列方向及び前記文字列直交方向の夫々における画素分布を検出する画素分布検出手順と、前記画素分布検出手順によって検出された前記文字列方向の画素分布に基づいて、前記文字列の前記文字列方向に直交する方向における文字サイズを検出する第 1 の文字サイズ検出手順と、前記画素分布検出手順によって検出された前記文字列直交方向の画素分布に基づいて、前記文字列の前記文字列方向における文字サイズを検出する第 2 の文字サイズ検出手順と、を用い、前記第 1 の文字サイズ検出手順で検出された文字サイズと前記第 2 の文字サイズ検出手順で検出された文字サイズとの比によって、前記アスペクト比を検出することにより、請求項 3 に記載の発明と同様に、傾斜角が補正された文字画像における文字列の、文字のアスペクト比を検出できる。

【発明の効果】

【 0 0 2 0 】

本発明の文字画像補正装置及び文字画像補正方法は、文字列の傾斜角を検出してこの傾斜角が所定の角度になるように文字列の傾斜角を補正し、次いで、傾斜角が補正された文字列において、文字のアスペクト比を検出して検出されたアスペクト比が所定の値になるように、傾斜角が補正された文字列における文字のアスペクト比を補正することにより、文字が印刷された撮影対象に対して傾斜されて撮影され、元の文字画像から歪んで得られた文字画像を補正する際に、元の文字画像と撮影された文字画像との既知の対応点を必要とせず、文字の傾き及び歪みを品位良く補正できる。

【 0 0 2 1 】

また、本発明の文字画像補正装置及び文字画像補正方法は、予め所定の異なる傾斜角の文字列が形成された複数の基準画像を備え、複数の基準画像における文字列に対して、撮影された文字画像の文字列の傾斜角の相似を表す相関度を算出し、複数の基準画像の中で相関度の高い基準画像の文字列の傾斜角に基づいて、文字列の傾斜角を検出することにより、撮影された文字画像における文字列の傾斜角を検出できる。

【 0 0 2 2 】

また、本発明の文字画像補正装置及び文字画像補正方法は、文字画像の文字列を文字列方向及び文字列方向に直交する文字列直交方向の夫々に投影して、投影された文字列方向及び文字列直交方向の夫々における画素分布を検出し、次いで、この検出された文字列方向の画素分布に基づいて、文字列の前記文字列方向に直交する方向における第 1 の文字サイズを検出すると共に、検出された文字列直交方向の画素分布に基づいて、文字列の文字列方向における第 2 の文字サイズを検出し、次いで、文字列方向の文字サイズと文字列に直交する方向の文字サイズとの比によって、文字のアスペクト比を検出することにより、傾斜角が補正された文字画像における文字列の、文字のアスペクト比を検出できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 3 】

次に、本発明の文字画像補正装置及び文字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 が、本発明の一実施例の文字画像補正装置の構成を表すブロック図、図 2 が、同実施例の文字画像補正装置における、文字列の傾斜角検出の説明図、図 3 が、同実施例の文字画像補正装置における、文字列の傾斜角を検出するために備えられた複数の基準画像を表した図、図 4 が、同実施例の文字画像補正装置における、複数の基準画像に対する文字列の、傾斜角の相関係数の演算結果を表した図である。

【 0 0 2 4 】

また、図 5 が、同実施例の文字画像補正装置における、文字列のアスペクト比検出の説明図、図 6 が、同実施例の文字画像補正装置における、文字列のアスペクト比補正の説明図、図 7 が、同実施例の文字画像補正装置における、補正された文字画像を表した図である。

10

【 0 0 2 5 】

また、図 8 ~ 図 1 0 が、同実施例の文字画像補正装置及び文字画像補正方法における、文字画像補正の手順を表したフローチャートであって、図 9 が、図 8 における文字領域検出ステップの詳細を表したフローチャート、図 1 0 が、図 8 における基準画像取得ステップの詳細を表したフローチャートである。

【 0 0 2 6 】

図 1 に表したように、本実施例の文字画像補正装置 1 0 0 は、デジタルカメラ 1 0 1 で撮影された文字画像の歪みを補正する。

【 0 0 2 7 】

文字画像補正装置 1 0 0 は、デジタルカメラ 1 0 1 で撮影した画像から文字領域を検出する文字領域検出部 1、所定の相異なる傾斜角が形成された複数の基準画像を格納する基準画像格納部 2、基準画像における文字列に対して文字領域検出部 1 によって検出された文字領域の文字列の傾斜角の相関度を算出し、文字領域の文字列の傾斜角を検出する傾斜角検出部 3、傾斜角が所定の角度になるように文字列の傾斜角を補正する傾斜角補正部 4、傾斜角補正部 4 によって傾斜角が補正された文字列において、文字のアスペクト比を検出する文字列アスペクト比検出部 5、傾斜角が補正された文字列の文字のアスペクト比を補正するアスペクト比補正部 9、等によって構成されている。

20

なお、本発明における文字領域検出手段の機能が文字領域検出部 1 によって発現し、本発明における傾斜角検出手段の機能が傾斜角検出部 3 によって発現し、本発明における傾斜角補正手段の機能が傾斜角補正部 4 によって発現し、本発明における文字列アスペクト比検出手段の機能が文字列アスペクト比検出部 5 によって発現し、本発明におけるアスペクト比補正手段の機能がアスペクト比補正部 9 によって発現する。

30

【 0 0 2 8 】

図 2 (a) に表したように、デジタルカメラには u、v 方向に複数の光電変換素子 (画素) が配置された撮像素子が備えられており、この撮像素子を介して文字画像が撮影される。この際、文字画像には、被写体に対するデジタルカメラの回転方向に応じた傾斜及び仰角に応じた歪みが発生している。また、本実施例では、白用紙に黒文字が記載されている。そして、デジタルカメラ 1 0 1 の撮像素子を介して画素毎の輝度が検出され、黒文字部の輝度が 0、用紙の白部の輝度が 2 5 5 である。

40

【 0 0 2 9 】

文字領域検出部 1 は、文字画像を u 方向及び v 方向に走査して各画素の輝度を検出し、文字 $P_0 \sim P_3$ で囲まれた文字領域を検出する。具体的には、水平方向に走査して垂直列毎に黒画素の密度を検出し、この黒画素密度を所定の閾値と比較して水平方向の文字領域の先端位置 ($P_0 \sim P_2$) と末端位置 ($P_1 \sim P_3$) を検出すると共に、垂直方向に走査して水平列毎に黒画素の密度を検出し、この黒画素密度を所定の閾値と比較して垂直方向の文字領域の先端位置 ($P_0 \sim P_1$) と末端位置 ($P_2 \sim P_3$) を検出する。

50

【 0 0 3 0 】

本実施例では、文字列領域を検出する閾値として、文字領域の4辺の夫々に対応付けて、第1の閾値から第4の閾値が設定されている。

【 0 0 3 1 】

基準画像格納部2は、図2(b)に表したように、画素の水平方向に対して傾斜する基準画像が5度間隔で格納されている。図3(a)に表したように、傾斜0度に対応する基準画像は、黒の画素が水平方向に傾きなく黒画素ラインを有し、この黒画素ラインが垂直方向に所定の間隔を介して複数並設されている。また、図4(b)~(g)に表したように、傾斜15度、傾斜30度、傾斜45度、傾斜60度、傾斜75度、傾斜90度に対応する基準画像は、図4(a)の黒画素ラインが夫々の傾斜角度だけ傾いて並設されている。ここで、黒画素ラインの代わりに所定の文字列を並設してもよい。

10

【 0 0 3 2 】

傾斜角検出部3は、複数の基準画像における黒画素ラインに対して、文字領域検出部1で検出された文字領域における文字列の傾斜角の相似を表す相関度を算出し、複数の基準画像の中で相関度の高い基準画像の傾斜角に基づいて、文字領域検出部1で検出された文字領域における文字列の傾斜角を検出する。

【 0 0 3 3 】

詳しくは、撮影された文字画像を f 、基準画像を g 、相関係数を r 、文字画像の文字領域のサイズを $M \times N$ と表した際に、(式2)を用いて、各基準画像との相関係数 r を算出し、最も相関係数が高い基準画像の傾斜角を、文字領域検出部1で検出された文字領域における文字列の傾斜角とする。

20

本実施例は、文字画像 f 及び基準画像 g が白と黒の2値画像であって、文字画像 f と基準画像 g の各画素の濃淡値から求めた相関係数 r を相関の判定に用いている。また、(式2)において、 m が文字領域 $M \times N$ における M 軸(図2(a)中の横軸)方向の座標、 n が文字領域 $M \times N$ における N 軸(図2(a)中の縦軸)方向の座標に対応する。

【数 2】

$$r = \frac{\vec{f} \cdot \vec{g}}{|\vec{f}| |\vec{g}|}$$

$$= \frac{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N \vec{f}(m,n) \cdot \vec{g}(m,n)}{\sqrt{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N (\vec{f}(m,n))^2} \cdot \sqrt{\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N (\vec{g}(m,n))^2}} \quad \dots \quad (式2)$$

10

20

30

40

【0034】

図4は、(式2)を用いて得られた相関係数 r の算出結果を表している。横軸が基準画像の傾斜角度、縦軸が相関係数 r を表している。図4に表したように、本実施例では、傾斜角が30度の際に相関係数 r が大きく、撮影された文字画像における文字列の傾斜角を30度として検出した。

【0035】

次に、傾斜角補正部4は、傾斜角検出部3によって文字列の傾斜角度を、傾斜補正前の文字画像の座標を (u, v) 、傾斜補正後の文字画像の座標を (u', v') と表した際に、(式3)を用いて、文字列の傾斜角が0度になるように、文字画像の座標を補正する。

50

【数3】

$$u' = u \cos \theta - v \sin \theta \quad \dots \text{(式3)}$$

$$v' = u \sin \theta + v \cos \theta$$

【0036】

次に、図1に表したように、文字列アスペクト比検出部5は、図5(a)のように傾斜角が補正された文字列において、文字列を文字列方向に投影して文字列方向の画素分布を検出する文字列方向画素分布検出部6a、文字列を文字列と直交する方向に投影して直交方向の画素分布を検出する文字列直方向画素分布検出部6b、文字列方向の画素分布に基づいて文字列に直交する方向における文字サイズを検出する文字列直方向の文字サイズ検出部7a、文字列に直交する方向の画素分布に基づいて文字列方向における文字サイズを検出する文字列方向の文字サイズ検出部7b、文字列方向の文字サイズと文字列直方向の文字サイズとの比によって文字列における文字のアスペクト比を演算する文字アスペクト比演算部8、等によって構成されている。

10

なお、本発明における画素分布検出手段の機能が文字列方向画素分布検出部6a及び文字列直方向画素分布検出部6bによって発現され、本発明における第1の文字サイズ検出手段の機能が文字サイズ検出部7aによって発現され、本発明における第2の文字サイズ検出手段の機能が文字サイズ検出部7bによって発現される。

20

【0037】

図5(b)において、文字画像に対して右側に配置された図が文字列を水平方向に投影した際の画素分布を表し、文字画像に対して下側に配置された図が文字列を垂直方向に投影した際の画素分布を表し、夫々、黒文字の画素値が小さく表れている。

【0038】

文字列直方向の文字サイズ検出部7aは、文字列が複数あるときには、それらの平均値や中央値を検出して文字高さ(画素値が低い範囲であって矩形の谷の幅)とする。一方、文字列方向の文字サイズ検出部7bは、文字列毎に文字幅(画素値が低い範囲であって矩形の谷の幅)の平均値や中央値を検出して文字幅とし、文字列が複数あるときには、さらに複数の文字列毎の値の平均値や中央値を文字幅として検出する。

30

【0039】

アスペクト比演算部8は、文字サイズ検出部7aで得られた文字サイズ(文字高さ)をA、文字列方向の文字サイズ検出部7bで得られた文字サイズ(文字幅)をBとすると、アスペクト比を、 $\text{アスペクト比} = A / B$ 、の演算式を用いて算出する。

【0040】

次に、アスペクト比補正部9は、アスペクト比演算部8で得られたアスペクト比が所定の値を満足しない際に、1文字の高さと幅の比が文字として認識しやすい値、例えば1になるように対象画素を画素補間して補正し、文字画像を垂直方向へ補正する。この際、画素補間の方法として図6(a)及び(式4)に表した共1次内挿法を用いることができる。図6(a)において、 $P(u, v)$ が内挿したい座標であって、 $P_{i, j}$ 、 $P_{i+1, j}$ 、 $P_{i, j+1}$ 、 $P_{i+1, j+1}$ が内挿点 $P(u, v)$ を囲む観測点である。

40

【数4】

$$P(u, v) = \{(i+1)-u\} \{(j+1)-v\} P_{ij} + \{(i+1)-u\} (v-j) P_{i+1, j} \\ + (u-i) \{(j+1)-v\} P_{i, j+1} + (u-i) (v-j) P_{i+1, j+1} \quad \dots \text{(式4)}$$

$$i=[u] \quad , \quad j=[v]$$

【0041】

また、画素補間として、図6(b)及び(式5)~(式7)に表した3次畳み込み内挿

50

法を用いることもできる。図 6 (b) において、 P (u , v) が内挿したい座標であって、 P_{1 1} ~ P_{4 4} が観測点である。

【数 5】

$$P(u,v) = [f(y_1) \ f(y_2) \ f(y_3) \ f(y_4)] \begin{bmatrix} P_{11} & P_{21} & P_{31} & P_{41} \\ P_{12} & P_{22} & P_{32} & P_{42} \\ P_{13} & P_{23} & P_{33} & P_{43} \\ P_{14} & P_{24} & P_{34} & P_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f(x_1) \\ f(x_2) \\ f(x_3) \\ f(x_4) \end{bmatrix}$$

. . . (式5)

10

【数 6】

$$f(t) = \sin(\pi t) / (\pi t)$$

$$\doteq \begin{cases} 1 - 2|t|^2 + |t|^3 & (1 \leq |t| < 2) \\ 4 - 8|t| + 5|t|^2 - |t|^3 & (1 \leq |t| < 2) \\ 0 & (1 \leq |t| < 2) \end{cases}$$

. . . (式6)

【数 7】

$$\left\{ \begin{array}{l} x_1 = 1 + (u - \bar{u}) \quad , \quad y_1 = 1 + (v - \bar{v}) \\ x_2 = (u - \bar{u}) \quad , \quad y_2 = (v - \bar{v}) \\ x_3 = 1 - (u - \bar{u}) \quad , \quad y_3 = 1 - (v - \bar{v}) \\ x_4 = 2 - (u - \bar{u}) \quad , \quad y_4 = 2 - (v - \bar{v}) \end{array} \right.$$

. . . (式7)

20

【 0 0 4 2 】

例えば、文字高さが 3 0 画素、文字幅が 5 0 画素の際には、アスペクト比を 1 に補正するために、傾斜角が 0 度に補正された文字画像領域を、前述の補間式を用いて、5 0 / 3 0 = 5 / 3 倍だけ垂直方向に補間する。また、垂直方向に 5 / 3 倍の補間する代わりに、文字幅を 3 / 5 に縮小する補間を行っても良い。

30

【 0 0 4 3 】

図 7 は、本実施例における、撮影された文字画像領域の傾斜角を補正し（本実施例では傾斜角 3 0 度を 0 度に補正し）て、その補正された文字画像領域の文字のアスペクト比を 1 に補正した結果得られた文字画像である。文字の傾きや歪みが無く、品位良く補正できていることが判る。

【 0 0 4 4 】

以上のように、本実施例に記載の文字画像補正装置 1 0 0 は、文字列の傾斜角を検出する傾斜角検出部 3 と、傾斜角が所定の角度になるように文字列傾斜角を補正する傾斜角補正部 4 と、傾斜角補正部 4 によって傾斜角が補正された文字列において、文字のアスペクト比を検出する文字列アスペクト比検出部 5 と、文字列アスペクト比検出部 5 で検出されたアスペクト比が所定の値になるように、傾斜角が補正された文字列の、文字のアスペクト比を補正するアスペクト比補正部 9 と、を備えているので、文字が印刷された撮影対象に対して傾斜されて撮影され、元の文字画像から歪んで得られた文字画像を補正する際に、元の文字画像と撮影された文字画像との既知の対応点を必要とせず、文字の傾き及び歪みを品位良く補正できる。

40

【 0 0 4 5 】

また、本実施例に記載の文字画像補正装置 1 0 0 は、基準画像格納部 2 に所定の異なる傾斜角の文字列が形成された複数の基準画像を備え、傾斜角検出部 3 が、複数の基準画像

50

における文字列に対して、文字領域検出部 1 で検出された文字領域における文字列の傾斜角の相似を表す相関度を算出し、複数の基準画像の中で相関度の高い基準画像の文字列の傾斜角に対応付けて、文字領域検出部 1 で検出された文字領域における文字列の傾斜角を検出できる。

【 0 0 4 6 】

また、本実施例に記載の文字画像補正装置 1 0 0 は、文字列アスペクト比検出部 5 が、文字列を文字列方向及び文字列方向に直交する文字列直交方向の夫々に投影して、文字列方向の画素分布を検出する文字列方向画素分布検出部 6 a 及び文字列直交方向の画素分布を検出する文字列直方向画素分布検出部 6 b と、文字列方向の画素分布に基づいて、文字列方向に直交する方向における文字サイズを検出する文字列直方向の文字サイズ検出部 7 a と、文字列直交方向の画素分布に基づいて、文字列の文字列方向における文字サイズを検出する文字列方向の文字サイズ検出部 7 b と、を備え、文字列直方向の文字サイズと文字列方向の文字サイズとの比によって、アスペクト比を検出するアスペクト比演算部 8 と、によって構成されていることにより、傾斜角が補正された文字画像における文字列の、文字のアスペクト比を検出できる。

10

【 0 0 4 7 】

次に、図 8 ~ 図 1 0 を用いて、第 1 の実施形態における文字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基づいて、各機能部に指令信号を与えて実行する。また、図 8 ~ 図 1 0 における S は、ステップを表している。

20

【 0 0 4 8 】

まず、この手順は、図 8 に表したように、オペレータによって文字画像補正装置 1 0 0 に起動信号が入力された際にスタートする。

【 0 0 4 9 】

次いで、S 1 0 0 において、デジタルカメラ 1 0 1 で撮影された文字画像を画素アドレスに対応付けて入力し、その後、S 2 0 0 の文字領域検出ステップに移る。

【 0 0 5 0 】

次いで、S 2 0 0 の文字領域検出ステップは、図 9 のフローチャートに表したように、S 2 0 1 において文字画像を水平方向に走査し、その後、S 2 0 2 に移る。

30

【 0 0 5 1 】

次いで、S 2 0 2 において垂直列毎の黒画素の密度を検出し、その後、S 2 0 3 に移る。

【 0 0 5 2 】

次いで、S 2 0 3 において、黒画素の密度を第 1 の閾値と比較し、黒画素の密度が第 1 の閾値よりも大きいときは S 2 0 4 に移り、一方、黒画素の密度が第 1 の閾値よりも小さいときは、S 2 0 2 に戻り黒画素の密度が第 1 の閾値よりも大きくなるまで S 2 0 2 ~ S 2 0 3 を繰り返す。

【 0 0 5 3 】

次いで、S 2 0 4 において、黒画素の密度が第 1 の閾値よりも大きくなった画素列に対応付けて水平方向の文字領域の先端位置 (図 2 (a) 中の $P_0 \sim P_2$) を検出し、その後、S 2 0 5 に移り、水平方向に走査を続行し、その後、S 2 0 6 に移る。

40

【 0 0 5 4 】

次いで、S 2 0 6 において垂直列毎の黒画素の密度を検出し、その後、S 2 0 7 に移る。

【 0 0 5 5 】

次いで、S 2 0 7 において、黒画素の密度を第 2 の閾値と比較し、黒画素の密度が第 1 の閾値よりも小さいときは S 2 0 8 に移り、一方、黒画素の密度が第 2 の閾値よりも大きいときは、S 2 0 6 に戻り黒画素の密度が第 2 の閾値よりも小さくなるまで S 2 0 6 ~

50

S 2 0 7 を繰り返す。

【 0 0 5 6 】

次いで、S 2 0 8 において、黒画素の密度が第 2 の閾値よりも小さくなった画素列に対応付けて水平方向の文字領域の末端位置 ($P_1 \sim P_3$) を検出し、その後、S 2 0 9 に移る。

【 0 0 5 7 】

次いで、S 2 0 9 において、文字画像を垂直方向に走査し、その後、S 2 1 0 に移る。

【 0 0 5 8 】

次いで、S 2 1 0 において水平列毎の黒画素の密度を検出し、その後、S 2 1 1 に移る。

10

【 0 0 5 9 】

次いで、S 2 1 1 において黒画素の密度を第 3 の閾値と比較し、黒画素の密度が第 3 の閾値よりも大きいときは S 2 1 2 に移り、一方、黒画素の密度が第 3 の閾値よりも小さいときは、S 2 1 0 に戻り、黒画素の密度が第 3 の閾値よりも大きくなるまで S 2 1 0 ~ S 2 1 1 を繰り返す。

【 0 0 6 0 】

次いで、S 2 1 2 において、黒画素の密度が第 3 の閾値よりも大きくなった画素列に対応付けて垂直方向の文字領域の先端位置 ($P_0 \sim P_1$) を検出し、その後、S 2 1 3 に移り、垂直方向に走査を続行し、その後、S 2 1 4 に移る。

【 0 0 6 1 】

次いで、S 2 1 4 において水平列毎の黒画素の密度を検出し、その後、S 2 1 5 に移る。

20

【 0 0 6 2 】

次いで、S 2 1 5 において、黒画素の密度を第 4 の閾値と比較し、黒画素の密度が第 4 の閾値よりも小さいときは S 2 1 6 に移り、一方、黒画素の密度が第 4 の閾値よりも大きいときは、S 2 1 4 に戻り、黒画素の密度が第 4 の閾値よりも小さくなるまで S 2 1 4 ~ S 2 1 5 を繰り返す。

【 0 0 6 3 】

次いで、S 2 1 6 において、黒画素の密度が第 4 の閾値よりも小さくなった画素列に対応付けて垂直方向の文字領域の末端位置 ($P_2 \sim P_3$) を検出し、その後、図 8 の S 3 0 0 に移る。

30

【 0 0 6 4 】

次いで、S 3 0 0 の基準画像取得ステップは、図 1 0 のフローチャートに表したように、まず S 3 0 1 において、基準画像格納部 2 に格納された複数の基準画像から所定の 2 枚の基準画像を取得し、その後、S 3 0 2 に移る。

【 0 0 6 5 】

次いで、S 3 0 2 において、(式 2) を用いて 2 枚の基準画像の夫々に対して文字画像の文字列との相関度 M_1 、 M_2 を算出し、その後、S 3 0 3 に移る。ここで、 M_1 、 M_2 は、(式 2) における相関係数 r に相当する。

【 0 0 6 6 】

次いで、S 3 0 3 において、 M_1 と M_2 との比較により、相関度が高い選択になるように基準画像の選択順を設定する。つまり、2 枚の基準画像の文字列の傾斜角が 0 度と 9 0 度であって、9 0 度の基準画像の相関度が 0 度の基準画像の相関度よりも大きいときには、基準画像の選択を、傾斜角が 0 度から反時計周りに 5 度間隔になるように選択する。一方、9 0 度の基準画像の相関度が 0 度の基準画像の相関度よりも小さいときには、基準画像の選択を、傾斜角が 9 0 度から時計周りに 5 度間隔になるように選択する。

40

【 0 0 6 7 】

次いで、S 3 0 4 において、選択順に基準画像を取得し、その後、S 3 0 5 に移る。

【 0 0 6 8 】

次いで、S 3 0 5 において、選択された基準画像に対して文字領域における文字列の傾

50

斜角の相似を表す相関度 $M(n)$ を算出し、その後、S306に移る。

【0069】

次いで、S306において、直前のS305で算出された相関度 $M(n)$ と、その前に算出された相関度 $M(n-1)$ とを比較し、 $M(n)$ が $M(n-1)$ よりも小さいときにはS307に移り、一方、 $M(n)$ が $M(n-1)$ よりも大きいときにはS304に戻ってS304～S306を繰り返し、S306で $M(n)$ が $M(n-1)$ よりも小さくなったときにS307に移る。

【0070】

次いで、S307において、 $M(n)$ が算出された基準画像を、撮影された文字領域の文字列の傾き検出用の基準画像として取得し、その後、図8のS400に移る。

10

【0071】

次いで、S400において、S307で取得された基準画像における黒画素列の傾斜角を撮影された文字領域の文字列の傾斜角として検出し、その後、S500に移る。

【0072】

次いで、S500において、傾斜角補正部4を用い、撮影された文字領域の文字列が水平になるように(式3)により文字画像を補正し、その後、S600に移る。

【0073】

次いで、S600において、文字列アスペクト比検出部5を用い、傾斜角が補正された文字列における文字のアスペクト比を検出し、その後、S700に移る。

20

【0074】

次いで、S700において、文字アスペクト比補正部9を用い、文字のアスペクト比が所定の値になるように文字画像を補正し、本文字画像補正方法の処理手順を終了する。

なお、本発明における文字領域検出手順がS200及びS201～S216によって発現し、本発明における傾斜角検出手順がS400によって発現し、本発明における傾斜角補正手順がS500によって発現し、本発明における文字列アスペクト比検出手順がS600によって発現し、本発明におけるアスペクト比補正手順がS700によって発現する。

。

30

【0075】

以上のように、本実施例に記載の文字画像補正方法は、文字領域検出ステップ(S200)において、撮影した画像から文字領域を検出し、次いで、基準画像取得ステップ(S300)及び文字列の傾き角度算出ステップ(S400)において、文字列の傾斜角を検出し、次いで、画像傾き補正ステップ(S500)において、文字列の傾斜角を所定の角度になるように補正し、次いで、文字列アスペクト比検出ステップ(S600)において、傾斜角が補正された文字列における文字のアスペクト比を検出し、次いで、アスペクト比補正ステップ(S700)において、文字列の検出されたアスペクト比が所定の値になるように文字画像を補正することにより、元の文字画像から歪んで得られた文字画像を補正する際に、元の文字画像と撮影された文字画像との既知の対応点を必要とせず、文字の傾き及び歪みを品位良く補正できる。

40

【0076】

また、本実施例に記載の文字画像補正方法は、予め所定の異なる傾斜角が形成された複数の基準画像を用い、S400において、複数の基準画像における文字列に対して、文字領域における文字列の傾斜角の相似を表す相関度を算出し、複数の基準画像の中で相関度の高い基準画像の文字列の傾斜角に基づいて、文字列の傾斜角を検出することにより、撮影された文字画像における文字列の傾斜角を検出できる。

50

【0077】

また、本実施例に記載の文字画像補正方法は、文字列アスペクト比検出ステップ（S600）において、文字列を文字列方向及び文字列方向に直交する文字列直交方向の夫々に投影して、文字列方向及び前記文字列直交方向の夫々に画素分布を検出し、文字列方向の画素分布に基づいて、文字列の文字列方向に直交する方向における文字サイズを検出すると共に、文字列直交方向の画素分布に基づいて、文字列方向における文字サイズを検出し、文字列直方向の文字サイズと文字列方向の文字サイズとの比によって、傾斜角が補正された文字画像における文字列の、文字のアスペクト比を検出できる。

10

【0078】

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。本実施例では、横書きの文字画像であるが、縦書きの文字画像であっても水平と垂直を入れ替えることにより、同様に補正できる。

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図1】本発明の一実施例の文字画像補正装置の構成を表すブロック図である。

【図2】同実施例の文字画像補正装置における、文字列の傾斜角検出の説明図であって、(a)が撮影して得られた文字画像を表した図、(b)が文字画像の傾斜角を検出するために備えられた複数の基準画像の傾斜角を表した図である。

20

【図3】同実施例の文字画像補正装置における、文字列の傾斜角を検出するために備えられた複数の基準画像を表した図である。

【図4】同実施例の文字画像補正装置における、複数の基準画像に対する文字列の、傾斜角の相関係数の演算結果を表した図である。

【図5】同実施例の文字画像補正装置における、文字列のアスペクト比検出の説明図であって、(a)が回転補正を行った直後の文字列を表した図、(b)が文字列の垂直方向及び水平方向の画素分布を表した図である。

【図6】同実施例の文字画像補正装置における、文字列のアスペクト比補正の説明図であって、(a)が共1次内挿法を用いた画素補間方法の説明図、(b)が3次畳み込み内挿法を用いた画素補間方法の説明図である。

30

【図7】同実施例の文字画像補正装置における、補正された文字画像を表した図である。

【図8】同実施例の文字画像補正装置及び文字画像補正方法における、文字画像補正の手順を表したフローチャートである。

【図9】図8における文字領域検出ステップの詳細を表したフローチャートである。

【図10】図8における基準画像取得ステップの詳細を表したフローチャートである。

【図11】従来例の説明図であって、(a)が横書きの文字列が印刷された元画像を表した図、(b)が(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、(c)が元画像に対する撮影装置の撮影位置を表した図である。

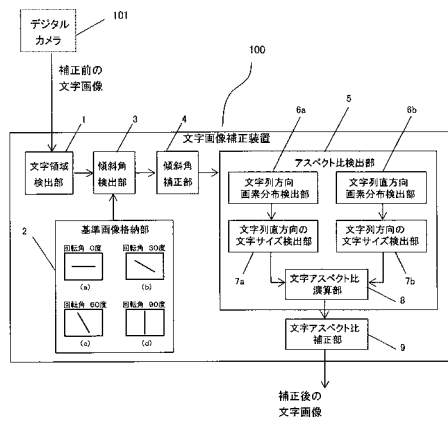
【符号の説明】

【0080】

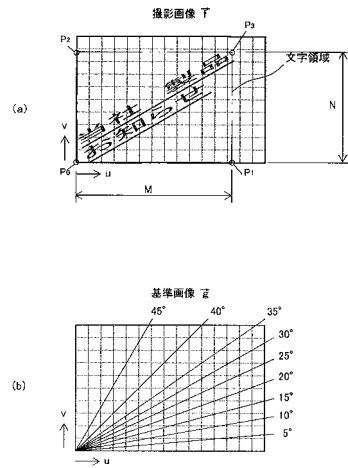
40

1 ... 文字領域検出部、2 ... 基準画像格納部、3 ... 傾斜角検出部、4 ... 傾斜角補正部、5 ... 文字列アスペクト比検出部、6 a ... 文字列方向画素分布検出部、6 b ... 文字列直方向画素分布検出部、7 a ... 文字列直方向の文字サイズ検出部、7 b ... 文字列方向の文字サイズ検出部、8 ... 文字アスペクト比演算部、9 ... 文字アスペクト比補正部、100 ... 文字画像補正装置、101 ... デジタルカメラ。

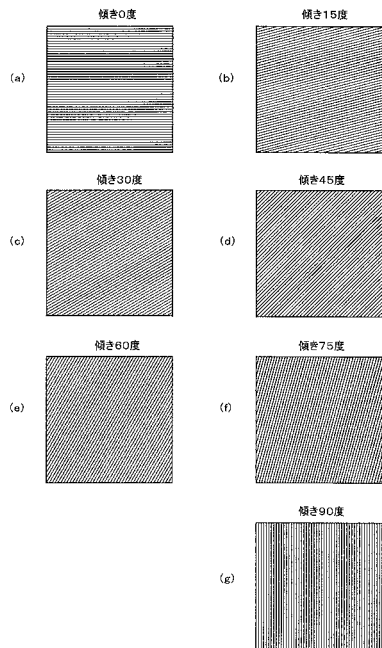
【図1】



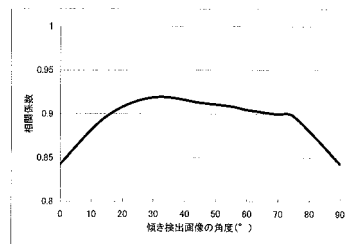
【図2】



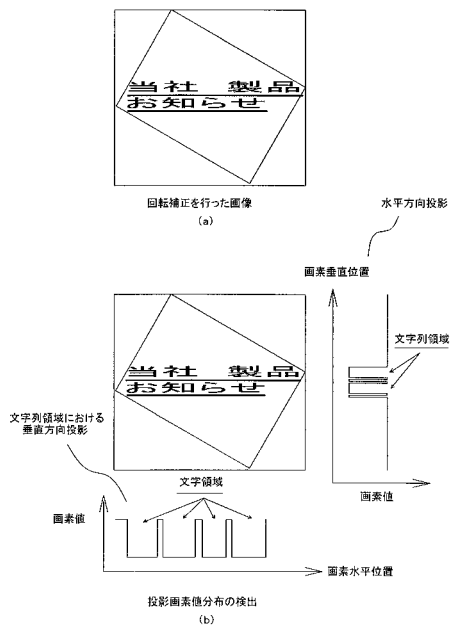
【図3】



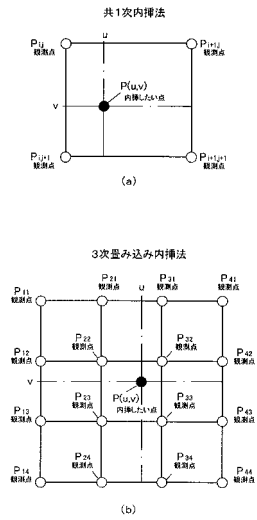
【図4】



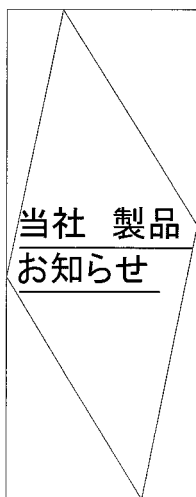
【図5】



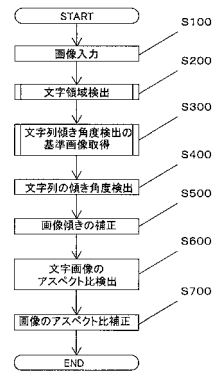
【図6】



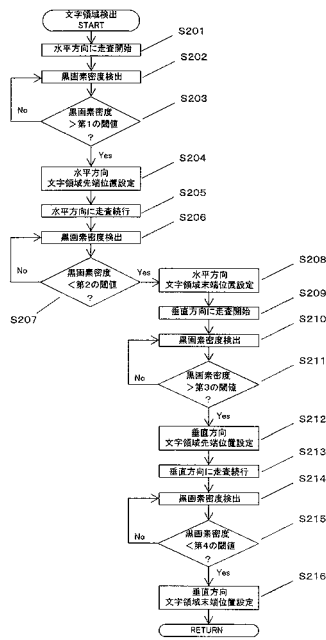
【図7】



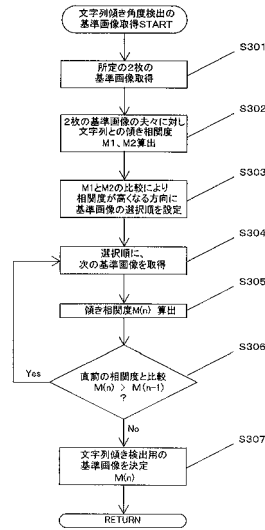
【図8】



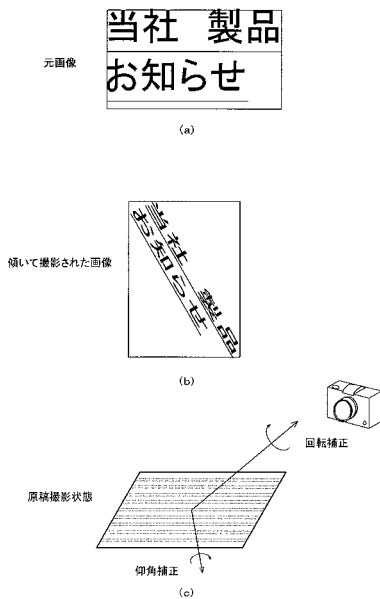
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平07-192086(JP,A)
特開2008-178137(JP,A)
特開2002-334327(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04N 1/387 - 1/393