

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2010年10月14日(14.10.2010)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2010/116774 A1

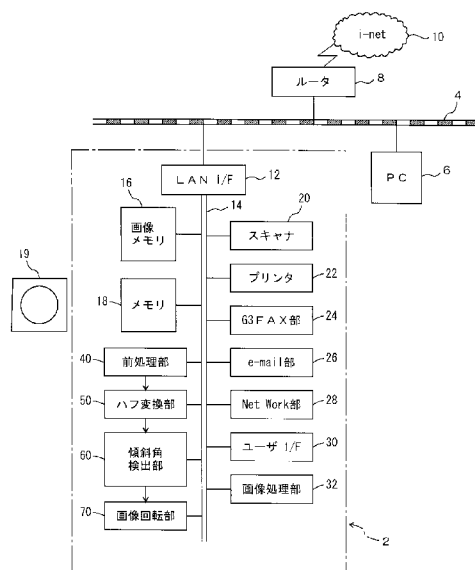
- (51) 国際特許分類:  
G06T 7/60 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/050876
- (22) 国際出願日: 2010年1月25日(25.01.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2009-093220 2009年4月7日(07.04.2009) JP  
特願 2009-093222 2009年4月7日(07.04.2009) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 村田機械株式会社(MURATA MACHINERY, LTD.) [JP/JP]; 〒6018326 京都府京都市南区吉祥院南落合町3番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 惣司 敏行(SOUTSUKA Toshiyuki) [JP/JP]; 〒6128686 京都府京都市伏見区竹田向代町136 村田機械株式会社内 Kyoto (JP). 駿河 智紀(SURUGA Tomoki) [JP/JP]; 〒6128686 京都府京都市伏見区竹田向代町136 村田機械株式会社内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 塩入 明, 外(SHIOIRI Akira et al.); 〒6590093 兵庫県芦屋市船戸町4番1-409号室 Hyogo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: IMAGE PROCESSING APPARATUS, PROCESSING METHOD, PROCESSING PROGRAM, AND STORING MEDIUM

(54) 発明の名称: 画像処理装置と処理方法、処理プログラム、及び記憶媒体

[図1]



- |                 |                              |
|-----------------|------------------------------|
| 8 ROUTER        | 28 NETWORK UNIT              |
| 16 IMAGE MEMORY | 30 USER I/F                  |
| 18 MEMORY       | 32 IMAGE PROCESSING UNIT     |
| 20 SCANNER      | 40 PRE-PROCESSING UNIT       |
| 22 PRINTER      | 50 HOUGH TRANSFORM UNIT      |
| 24 G3 FAX UNIT  | 60 TILT ANGLE DETECTING UNIT |
| 26 E-MAIL UNIT  | 70 IMAGE ROTATING UNIT       |

(57) Abstract: The coordinates of points in an image are transformed to distances ( $\rho$ ) and angles ( $\theta$ ). Voting is performed to a voting table using the distances ( $\rho$ ) and angles ( $\theta$ ) as headers. A predetermined number of points, the voting numbers of which are highly ranked, are extracted from the voting table. Extraction angles ( $\theta_x$ ) are defined such that the compatibility between the extraction angles ( $\theta_x$ ) and the angles ( $\theta$ ) of the predetermined number of points is maximized. A tilt angle of the image is determined based on the defined extraction angles ( $\theta_x$ ).

(57) 要約: 画像中の点の座標を距離  $\rho$  と角度  $\theta$  とに変換して、距離  $\rho$  と角度  $\theta$  とを見出しとする投票テーブルに投票する。投票テーブルから投票数が上位の所定個数の点を抽出すると共に、所定個数の点の角度  $\theta$  との整合性が最大となるように抽出用の角度  $\theta_x$  を定めて、定めた抽出用の角度  $\theta_x$  に基づき、画像の傾斜角を求める。

WO 2010/116774 A1



---

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

発明の名称：

画像処理装置と処理方法、処理プログラム、及び記憶媒体

技術分野

[0001] この発明は入力画像の傾斜角の検出に関する。

背景技術

[0002] スキャナで画像を読み取ると、画像が僅かに傾斜した状態で読み取られることがある。これを補正するため、原稿用紙の辺などを検出することが行われている。原稿用紙が方形であれば、辺の向きは主走査方向あるいは副走査方向に平行なはずで、これらの方向からのずれは原稿用紙の傾斜を表している。しかしこの手法で傾斜を検出できるのはスキャン時に限られ、蓄積済みの画像及び外部から転送された画像の傾斜は検出できない。また原稿用紙の傾斜を検出するので、切り抜きのように用紙が定型でないものは傾斜を検出できない。さらにハードカバーの書籍を見開きでスキャンする場合、カバーは傾斜していないものの、見開いたページが傾斜していることがある。この場合も傾斜の検出は難しい。これらの問題を解決するには、原稿用紙の傾斜を検出するのではなく、画像自体の傾斜を検出する必要がある。

[0003] ここで関連する先行技術を示すと、特許文献 1：JPH10-283476Aは、画像中の直線をハフ変換により検出することを記載している。しかしながら特許文献 1 は、画像の傾斜自体をハフ変換により検出することを示していない。また発明者の実験によると、画像のハフ変換により得られる投票テーブルで、最大投票数の直線を画像の傾きと平行な直線とすると、画像の実際の傾斜とは大幅に異なることが多かった。例えば画像中に写真あるいは図形があり、これらに斜線が含まれていれば、ハフ変換により斜線が抽出され、画像自体の傾斜とは異なる斜線角が検出されることが多かった。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：JPH10-283476A

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0005] この発明の課題は、画像自体の性質を用いて、画像の傾斜角を正確に求めることにある。

この発明での追加の課題は、斜線等の影響を受けずに、画像の傾斜角を求めることにある。

### 課題を解決するための手段

[0006] この発明の画像処理装置は、画像の傾斜角を決定するために、

画像中の点の座標を距離 $\rho$ と角度 $\theta$ とに変換して、距離 $\rho$ と角度 $\theta$ とを見出しとする投票テーブルに投票することにより、画像中の直線を抽出するハフ変換部と、

前記投票テーブルから投票数が上位の所定個数の点を抽出する抽出部と、

前記所定個数の点の角度 $\theta$ との整合性が最大となるように抽出用の角度 $\theta_x$ を定めて、定めた抽出用の角度 $\theta_x$ に基づき、画像の傾斜角を求める傾斜角決定部、とを備えている。

[0007] この発明の画像処理方法では、画像中の点の座標を距離 $\rho$ と角度 $\theta$ とに変換して、距離 $\rho$ と角度 $\theta$ とを見出しとする投票テーブルに投票することにより、画像中の直線を抽出するハフ変換ステップと、

前記投票テーブルから投票数が上位の所定個数の点を抽出する抽出ステップと、

前記所定個数の点の角度 $\theta$ との整合性が最大となるように抽出用の角度 $\theta_x$ を定めて、定めた抽出用の角度 $\theta_x$ に基づき、画像の傾斜角を求める傾斜角決定ステップとを、情報処理装置に実行させる。

[0008] またこの発明の画像処理プログラムは、情報処理装置に読み込まれて、該情報処理装置に、

画像中の点の座標を距離 $\rho$ と角度 $\theta$ とに変換して、距離 $\rho$ と角度 $\theta$ とを見出しとする投票テーブルに投票する機能と、

前記投票テーブルから投票数が上位の所定個数の点を抽出する機能と、  
さらに、前記所定個数の点の角度 $\theta$ との整合性が最大となるように抽出用の角度 $\theta_x$ を定めて、定めた抽出用の角度 $\theta_x$ に基づき、画像の傾斜角を求める機能とを、実行させる。

[0009] この明細書において、画像処理装置に関する記載は画像処理方法及び画像処理プログラムにもそのまま当てはまり、逆に画像処理方法に関する記載は画像処理装置及び画像処理プログラムにもそのまま当てはまる。処理対象の画像は例えばスキャナで読み取った直後の画像であるが、ファクシミリ、ファイル転送、e-mailなどで受信した画像、あるいはメモリに蓄積済みの画像でも良い。また直線と線分とは同じ意味である。画像処理プログラムは、例えば記憶媒体より、あるいは搬送波により、画像処理装置に供給する。

[0010] 整合性が最大とは、例えば各点に対して、抽出用の角度 $\theta_x$ から許容範囲内に有れば1を、なければ0を割り当て、これらの値の和が最大となることである。ここで割り当てる値を0/1とせず、抽出用の角度 $\theta_x$ からの誤差により値が徐々に変化するようにしても良い。また整合性の重みとして、各点の得票数を用い、抽出用の角度 $\theta_x$ から許容範囲内に有る点の得票数の合計を整合性としても良い。

[0011] この発明では、画像中の文字がなす行を、ハフ変換では途切れ途切れの直線と見なし得ることに基づき、文字の行、罫線、下線などの向きから傾斜角を決定する。このため、画像自体の性質に基づいて、傾斜角を決定できる。

[0012] ハフ変換では、画像中の点の座標 $(x, y)$ を  $\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$  として、距離 $\rho$ と角度 $\theta$ とに変換する。画像中の1点は $(\rho, \theta)$ スペースでの複数の点に変換され、変換後の各点毎に、 $\rho$ と $\theta$ を見出しとする投票テーブルに投票される。そして投票数の多い点の $\rho$ と $\theta$ とが、画像中の直線を表す。しかしながら発明者は、投票数最大の点から画像の傾斜を求めると、行の向きとは大幅に異なる向きの傾斜角がしばしば検出されることを経験した。検出された傾斜角の多くは、画像中に含まれる図形部分あるいは写真部分の直線、手書きの斜線などによるものであった。これに対して、投票数

が上位所定個数の点の角度 $\theta$ との整合性が最大となるように抽出用の角度 $\theta_x$ を定め、角度 $\theta_x$ に基づいて傾斜角を決定すると、画像中の顕著な複数の直線から傾斜角を決定できるので、より信頼性のある検出ができた。

[0013] 好ましくは、前記所定個数の点の中で、前記抽出用の角度 $\theta_x$ から許容範囲内に角度 $\theta$ が含まれる点に対する、角度 $\theta$ の平均により、画像の傾斜角を定める。このようにすると、許容範囲内の点のデータの平均により傾斜角を決定できるので、信頼性のある検出ができる。

[0014] また好ましくは、前記所定個数の点の中で、前記抽出用の角度 $\theta_x$ から許容範囲内に角度 $\theta$ が含まれる点に対する、角度 $\theta$ の投票数に応じた重みを反映させた平均により、画像の傾斜角を定める。投票数に応じた重みを反映させた平均とは、例えば投票数を重みとする加重平均、投票数のルートあるいは2乗などを重みとする加重平均、などである。このようにすると、投票数の多い点を適切に重視しながら、傾斜角を決定できる。

[0015] 好ましくは、前記所定個数の点の中で、前記抽出用の角度 $\theta_x$ から許容範囲内に角度 $\theta$ が含まれる点の数と、前記所定個数との割合が所定値未満の場合、画像の傾斜角を検出しないように、画像処理装置を構成する。抽出用の角度 $\theta_x$ から許容範囲の角度内に僅かな数の点しか含まれないことは、抽出した点の角度の分布が広く、信頼性が低いことを意味する。そこでこのような場合に、傾斜角の検出を打ち切ることにより、信頼性の低い検出を避けることができる。

[0016] 好ましくは、前記所定個数の点、最上位の投票数の点との投票数の割合が許容値未満の点を含む場合、画像の傾斜角を検出しないように、画像処理装置を構成する。画像中の文字の行あるいは罫線などを直線として検出する場合、上位所定個数の点に対する投票数に大差はないはずである。それにもかかわらず、最上位の投票数の点との投票数の割合が許容値未満の点を含む場合、画像中の図形部分あるいは写真部分に含まれる長い直線を検出している可能性が高い。そこでこのような場合に、傾斜角の検出を打ち切ることにより、信頼性の低い検出を避けることができる。

- [0017] 好ましくは、前記所定個数の点を抽出する際に、抽出済みの点の投票テーブルでの近傍をマスクし、マスクした範囲内の他の点が投票テーブルから抽出されないように、画像処理装置を構成する。このようにすると、処理対象の画像の広い範囲から直線を抽出できるので、文字の行で構成される直線、罫線、下線などを抽出できる機会が増す。
- [0018] 好ましくは、線分を点へと単純化する縮退処理を、縮退処理部により画像に施し、縮退処理後の画像をハフ変換する。この明細書において、点は画像中の1画素に限らず、複数の画素で点と見えるものを含んでいる。縮退処理により、画像中の線分は単純な点へ変換されるが、文字の行は保存される。このため斜線等の影響を受けずに、画像中の文字の行により傾斜角を決定できる。さらに縮退処理により画像中の有効画素数が削減されるので、ハフ変換をより高速で実行できる。
- [0019] 好ましくは、前記ハフ変換部と前記抽出部と前記傾斜角決定部を、縮退処理を施した画像にハフ変換を施して第1の傾斜角を決定し、かつ縮退処理を施さなかった画像にハフ変換を施して第2の傾斜角を決定すると共に、第1の傾斜角と第2の傾斜角とを比較する比較部をさらに設けて、第1の傾斜角と第2の傾斜角との差が所定範囲内の場合は第2の傾斜角を画像の傾斜角とし、前記差が所定範囲外の場合は第1の傾斜角を画像の傾斜角とする。
- [0020] ここで第1の傾斜角は文字の行のみを用いて得た傾斜角を表し、第2の傾斜角は文字の行以外に、表、下線、斜線などを用いて得た傾斜角を表している。そこで第1の傾斜角と第2の傾斜角とが近似する場合、表あるいは下線で、文字の行と平行あるいは直角な線分が寄与していると推定できる。仮に、共に文字の行から傾斜角を求めている場合でも、第2の傾斜角は、縮退処理による画像の変化を受けていないので、第1の傾斜角よりも精度が高いと言える。そこで高精度に傾斜角を決定できる。
- [0021] 第1の傾斜角と第2の傾斜角とが著しく異なる場合、第1の傾斜角を画像の傾斜角とすると、画像中の図形部分あるいは写真部分等での斜線の影響を受けずに、傾斜角を決定できる。

- [0022] 第1の傾斜角と第2の傾斜角との整合性が上記の中間の場合、例えば縮退処理を施した画像をハフ変換したものから、複数の線分を第1のセットとして取り出し、縮退処理を施さなかった画像をハフ変換したものから、複数の線分を第2のセットとして取り出す。第2のセットから、向きの差が所定範囲内の線分が第1のセットに有るもの、より好ましくは、向きの差が第1の所定範囲内でかつハフ変換での距離の差が第2の所定範囲内の線分が第1のセットに有るものを抽出して、傾斜角を決定する。このような線分は1本でも良いが、複数の線分を用いて傾斜角を決定する方が、信頼性が高い。そこで抽出した線分の本数が少ない場合、信頼性を増すため好ましくは、例えば第1のセットの線分で第2のセットに対応するものが無い線分を抽出した線分に加えて、これらの線分の傾斜から画像の傾斜角を決定する。
- [0023] 前記差が前記所定範囲外の場合、好ましくは、縮退処理を施した画像からハフ変換により抽出した第1の線分群と、縮退処理を施さなかった画像からハフ変換により抽出した第2の線分群との間に、傾きが近似した線分がない場合は、前記第1の傾斜角を画像の傾斜角とする。そして前記第1の線分群と第2の線分群の間に、傾きが近似した線分がある場合は、少なくとも第2の線分群の線分で、第1の線分群に傾きが近似するものがある線分の傾きに基づいて、画像の傾斜角を決定する。
- [0024] 第1の傾斜角と第2の傾斜角を求めずに、前記ハフ変換部は、縮退処理を施した画像から第1の線分群を抽出すると共に、縮退処理を施さなかった画像から第2の線分群を抽出しても良い。そして前記傾斜角検出部は、少なくとも第2の線分群の線分で、第1の線分群に傾きが近似するものがある線分の傾きに基づいて、画像の傾斜角を決定する。
- [0025] より好ましくは、前記傾斜角検出部は、第2の線分群の線分で、第1の線分群に傾きが近似するものがある線分が所定本数以上有る場合は、該所定本数以上の線分の傾きに基づいて画像の傾斜角を決定し、第2の線分群の線分で、第1の線分群に傾きが近似するものがある線分が所定本数未満の場合は、前記所定本数未満の線分に第1の線分群の線分を加えた線分群の傾きに基づいて、画像の傾斜角を決定する。

づいて画像の傾斜角を決定する。

- [0026] また好ましくは、画像を有効画素と無効画素とに二値化する二値化部を設けると共に、前記縮退処理部は、二値化した画像中の互いに連結された有効画素を端部から無効画素に置換するためのフィルタで、縮退処理を実行する。このようにすると、簡単に縮退処理を施すことができる。

## 図面の簡単な説明

- [0027] [図1]実施例の複合機のブロック図  
[図2]実施例での前処理部のブロック図  
[図3]実施例の縮退処理で用いるフィルタを示す図  
[図4]実施例で、表及び下線から傾斜角を決定するか、文字を用いて傾斜角を決定するかのアルゴリズムを示す図  
[図5]実施例での前処理アルゴリズムを示す図  
[図6]実施例でのハフ変換部～画像回転部のブロック図  
[図7]実施例での投票テーブルを模式的に示す図  
[図8]実施例での傾斜角検出のアルゴリズムを示す図  
[図9]実施例で文字の行を直線と見なすことを示す図  
[図10]入力画像を直接二値化した例を示す図  
[図11]実施例での入力画像の縮小画像を示す図  
[図12]実施例で、縮小画像からノイズを除去した画像を示す図  
[図13]実施例で、ノイズの除去後の画像から抽出したエッジを示す図  
[図14]実施例で用いた、エッジ抽出フィルタを示す図  
[図15]実施例で、エッジの画像を二値化した画像を示す図  
[図16]実施例で、二値化画像から孤立点を除いた画像を示す図  
[図17]実施例で、孤立点を除いた後に、縮退処理を施した画像を示す図  
[図18]偽の最大投票線を示す図  
[図19]投票テーブルでの近傍点が有効線として複数選択される状況を示す図  
[図20]実施例で、抽出済みの有効線の近傍をマスクした際の、有効線の抽出状況を示す図で、明度は投票テーブルでの投票数を示す

[図21]実施例での抽出した有効線を模式的に示す図

[図22]実施例での傾斜角の決定手法を模式的に示す図

[図23]実施例で、傾斜角の候補を抽出する際の整合性の評価関数を模式的に示す図

### 発明を実施するための形態

[0028] 以下に本発明を実施するための最適実施例を示す。なお最適実施例は、公知技術を参酌し、当業者に自明な範囲で変更できる。

### 実施例

[0029] 図1～図22に、複合機2を例に実施例を示す。4はLANで、6はパーソナルコンピュータで、情報処理装置の例であり、8はルータで、インターネット10と複合機2及びパーソナルコンピュータ6を接続する。実施例での傾斜角の検出及び補正は複合機2で行うが、パーソナルコンピュータ6などで行っても良く、例えば、複合機2のスキャナ20で読み取った画像をパーソナルコンピュータ6へ転送して、パーソナルコンピュータ6で傾斜角を検出して補正しても良い。

[0030] 複合機2の構造を説明する。12はLANインターフェースで、14はバス、16は画像メモリで、ページメモリとして画像データを記憶する。メモリ18は汎用のメモリで、プログラム及び中間的なデータなどを記憶する。CD-ROM等の記憶媒体19は、実施例の画像処理プログラムを記憶し、図示しないディスクドライブあるいはLANインターフェース12等から、画像処理プログラムをメモリ18に記憶させる。スキャナ20は、原稿用紙から画像を、モノクロのグレースケールあるいはフルカラーで読み取り、プリンタ22は画像をプリントし、G3ファクシミリ部24は画像のG3ファクシミリ送信と受信とを行う。e-mail部26は、e-mailの添付ファイルとして画像の送受信を行い、ネットワークサーバ部28は、文書管理サーバあるいはリモートプリンタなどとして複合機2を動作させる。ユーザインターフェース30はユーザのマニュアル入力などを受け付け、画像処理部32は種々の画像処理を行う。スキャンした画像あるいは受信画像もしくは蓄積済み

の画像の傾斜角を検出するため、前処理部 40 とハフ変換部 50 並びに傾斜角検出部 60 を設ける。そして検出した傾斜角と反対向きに同じ角度だけ、画像回転部 70 で画像を回転させ、傾斜を補正する。

[0031] 図 2 に前処理部 40 の構成を示す。画像メモリ 16 から画像データが縮小処理部 41 へ入力され、画像の解像度を  $1/n$  ( $n$  は 2 以上の自然数で、好ましくは 4 ~ 8, 特に 4 ~ 6) に縮小する。これによって画像データの量は  $1/n^2$  に減少し、縮小は例えば  $n \times n$  画素のブロック毎に、画素の値の平均値を求めればよい。またより単純に、縮小処理部 41 では、 $n \times n$  画素のブロックの内の代表点、例えばブロックの左上の頂点の、1 画素のデータをそのまま出力しても良い。このためハフ変換は、 $n^2$  倍高速になる。同じ画像データで、データの内容と解像度は一定でも、縮小処理部 41 での縮小率が異なると、傾斜角の検出結果が異なることがあった。そこでスキャン時の解像度によらず、縮小処理部 41 で一定の解像度まで解像度を低下させると、解像度の違いによる傾斜角の検出値の差を解消できる。

[0032] 複合機 2 でスキャンした画像以外でも、ファクシミリの受信データなどのように、スキャン時の解像度が既知の場合、同様に一定の解像度に画像を縮小する。スキャン時の解像度は、通信のプロトコルあるいは画像ファイルのヘッダなどから判明することが多い。なお jpeg 画像のようにヘッダに解像度が記載されていない場合、 $1/4$  あるいは  $1/8$  などの一定の縮小率で、画像を縮小する。

[0033] スムージング部 42 は、平滑化フィルタなどにより縮小画像からノイズを除去し、画像中のランダムなデータをハフ変換によって直線として抽出しないようにする。次にエッジ抽出部 43 は、スムージング済みの画像から、ラプラシアンフィルタあるいはソーベルフィルタなどのエッジ抽出用フィルタにより、エッジを抽出する。これによって地色の影響が解消し、また白抜き文字などでも、文字の輪郭に対応するエッジを抽出できる。

[0034] 二値化部 44 は抽出したエッジを二値化する。二値化の閾値は、一定でも良く、あるいは抽出したエッジでの明度もしくはカラー値の分布などから定

めても良い。さらに全てのエッジを二値化する必要があるのではなく、例えば画像中の文字部分と、写真部分及び図形部分を判別できる場合、文字部分のみを二値化することが好ましい。

[0035] 扱う画像データは実施例ではモノクロのグレースケール画像とするが、RGB画像などでもよい。この場合、RGBデータを、明度画像に変換して傾斜角を検出してもよく、またR、G、Bの各成分毎に傾斜角を検出し、その平均値などを用いてもよい。

[0036] 孤立点除去部45は二値化画像から孤立点を除去し、二値化前のエッジ画像に対して孤立点を除去しても良い。孤立点の除去によりデータ量が減り、かつ偽の傾斜角を検出する確率が減少する。なお孤立点は写真画像中に特に多く、画像本来の傾きとは無関係なデータである。

[0037] 縮退処理部46は、孤立点を除去した後の二値化画像に対し、縮退処理を行う。ただし孤立点の除去は省略しても良い。ここに縮退処理とは、上下、左右、斜めなどの方向に有効画素が連続して並んでいる、即ち有効画素が縦／横／斜めなどに連結している場合に、有効画素を連結部分の端から削除する処理のことである。縮退処理では、有効画素が連結されて線分を構成している場合に、線分の端部から有効画素を削除し、線分を1画素あるいは2画素などからなる点へと単純化する。なお有効画素とは二値化画像においてデータのある画素をいい、白であるか黒であるかは問題にしない。縮退処理により線分は例えば2画素まで単純化される。円、方形、及び十字なども、有効画素が互いに連結されたものであれば、例えば2画素、あるいは4画素等に単純化される。この結果、画像中の図形部分及び写真部分の斜線が実質的に消滅し、これらのものが傾斜角の検出に影響することを防止できる。なお縮退処理では、文字も有効画素数が小さくなるが、文字の行がなす直線は失われない。また縮退処理により、ハフ変換の対象となる画素の数を減らして、処理を高速化する。なお罫線及び下線を傾斜角検出に用いる場合には、縮退処理部46は設けなくても良い。例えば罫線を伴う画像に対し、罫線の向きを傾斜の検出に用いたいことがある。この場合、縮退処理は不要である。

- [0038] 図3に縮退処理に用いるフィルタ34～38を示し、処理対象の画像は二値化済みで、6角形の画素が有効画素から無効画素（有効でない画素）へ置き換えるかどうかの対象画素である。○の画素が有効画素で、かつ△の画素のいずれかが有効画素の場合、対象画素を無効画素に置き換える。そして縮退処理では、主走査方向に沿って1ライン処理すると、次いで副走査方向に1画素移動して、次のラインを処理する。また縮退処理では、例えば5個のフィルタ34～38で並列に処理し、いずれかのフィルタのパターンに該当する対象画素は、無効画素に置き換える。ただし処理の順序及び向きは任意である。
- [0039] フィルタ34～38は、縦／横／斜め連結された3個の有効画素から端部の1画素を無効画素とする。縮退処理に用いるフィルタは一般に、縦、横あるいは斜めなどに連結された複数の有効画素から、少なくとも端部の1画素を無効画素とするものである。縮退処理では、連結された2個の有効画素から1画素を無効画素としても、あるいは縦横斜めに限らず任意の向きに連結された、4個以上の有効画素から端部の1画素もしくは複数画素を無効画素としても良い。
- [0040] 二値化済みの画像に縮退処理を施すのは容易であるが、例えばスムージング後、あるいはエッジ抽出後などの二値化前の画像にも、縮退処理を施すことができる。例えば明度 $p$ を二値化の閾値とし、明度が $p$ 以下の画素を有効画素とすることを考える。フィルタ34～38では、対象画素の位置の画素が明度 $p$ 以下であれば対象画素とし、図の○及び△の位置の画素が明度 $p$ 以下であれば有効画素であるとすればよい。すると、縮退と二値化とを一括して処理できる。縮退処理は画素数を減らす点でエッジ抽出と類似の作用を持ち、スムージング後の画像に施しても良い。この場合、エッジ抽出を省略できる。また縮退処理は、縮小後でスムージング前の画像に施しても良い。極端な場合、縮小前の画像に縮退処理を施し、二値化してハフ変換しても良い。この場合、縮小、スムージング、エッジ抽出、孤立点の除去は省略する。
- [0041] 縮退処理により、画像中の直線から求めた傾斜角 $A$ と、文字の行から求め

た傾斜角Bとを比較できる。ここで角度A、Bがほぼ一致する場合、角度Aは、画像中にある文字の行と平行あるいは垂直な罫線の向き、下線の向き、あるいは文字の行の向きを表している。一方角度Bは、画像中にある文字の行の向きのみを表している。そして角度Aと角度Bとがほぼ一致する場合、例えば角度Aが表あるいは下線の向きを表していれば、角度Aの方が角度Bよりも意味がある。角度A、Bを比較し、傾斜角を決定するアルゴリズムを図4に示す。

[0042] ステップ1で画像を二値化し、ステップ2でハフ変換し、ステップ3で画像中の線分を複数抽出（例えば8本あるいは16本抽出）して線分のセットAとし、ステップ4で画像の傾斜角Aを決定する。一方、二値化した画像をステップ5で縮退処理した後に、ステップ6でハフ変換し、ステップ7で画像中の線分を複数抽出（例えば8本あるいは16本抽出）して線分のセットBとし、ステップ8で画像の傾斜角Bを決定する。ステップ9で角度A、Bがほぼ等しいか否か、例えば差が $\pm 1^\circ$ 以内、より広くは $\pm 3^\circ$ 以内か否かを判断し、角度A、Bがほぼ等しい場合、角度Aを画像の傾斜角とする（ステップ10）。角度A、Bがほぼ等しくは無い場合、ステップ11、12で、縮退処理を施さなかったものと施したものとで、近似する線分が所定本数以上、例えば3本以上あるかどうかを判断する。近似する線分とは、例えば $\theta$ の差が $1^\circ$ 以内で、 $\rho$ の差が所定値以内、例えば10画素以内の線分である。

[0043] 所定本数以上近似する線分がある場合は、縮退処理を施さなかった側での近似する線分の角度から傾斜角を決定する（ステップ13）。ステップ13では、好ましくは縮退処理を施さなかった側から抽出した線分を用い、各線分への投票数を重み等に加味して、角度を決定する。近似する線分があるが所定本数未満の場合は、縮退処理を施さなかった側での近似する線分の角度及び縮退処理を施した側での他の線分から、傾斜角を決定する（ステップ14）。ただし縮退処理を施した側の線分で、近似する線分が縮退処理を施さなかった側に近似する線分があるものは、類似のデータを重ねて使用するこ

とを避けるために用いないことが好ましい。またステップ 14 では、例えば縮退処理を施さなかった側の線分が否かで定まるパラメータと、線分毎の投票数との積を、各線分への重みとし、縮退処理を施さなかった側の線分には例えば 2 倍～4 倍等の重みをパラメータとして付加する。近似する線分が無い場合は、縮退処理を施さなかった側では図形部分あるいは写真中の斜線を抽出したものとして、角度 B を出力する（ステップ 15）。なお角度 A、B 自体の決定アルゴリズムは図 8 に示し、ステップ 13、14 で角度の決定に用いる線分が定まると、図 8 のアルゴリズムを再度実行する。ここで図 4 の線分は、図 8 での  $(\rho, \theta)$  空間での点に対応する。

[0044] 実施例では、図 8 のアルゴリズムに従い、複数の線分から傾斜角を決定することにより信頼性を増すが、1 本の線分から傾斜角を決定しても良い。その場合、ステップ 11 が yes であれば、角度 A 側（縮退処理を施さなかった側）の例えば 1 本の線分から傾斜角を決定し、ステップ 12、14 は不要である。

[0045] 角度 A、B を求めず、図 4 のステップ 3 とステップ 7 の次に、ステップ 11 を実行することができる。この場合、図 4 で、ステップ 4、8、9、10、15 を省略し、ステップ 11 で A、B に近似する線分が無い場合に、始めてステップ 8 を実行し、角度 B を出力する。

[0046] 図 5 は前処理部 40 の制御アルゴリズムを示す。ステップ 21 でスキャナ 20 により画像を読み取り、ステップ 22 で一定の解像度へ画像を縮小し、これによってハフ変換の処理速度を  $n^2$  倍に向上させる。ステップ 23 でスムージングによりノイズを減らし、ステップ 24 でエッジを抽出して地色の影響などを除き、また白抜き文字なども検出できるようにする。そしてステップ 25 で二値化し、ステップ 26 で孤立点を除く。これによって、写真画像中などの孤立点の、傾斜角の検出への影響を小さくできる。なお孤立点の除去は二値化の前に行っても良い。そしてステップ 27 で縮退処理によりデータを単純化し、特に写真部分及び図形部分の直線を例えば 2 画素へ単純化する。ステップ 27 は、ステップ 22～ステップ 26 のいずれかの前に実行し

ても良い。

[0047] ステップ22～ステップ27の前処理は、画像のスキャンと同期して行い、またハフ変換部50でのハフ変換、傾斜角検出部60での傾斜角の検出、画像回転部70での傾斜角の補正も、スキャンと同期して行えるようにする。ここに同期とは、これらの処理速度がスキャナ20の読み込み速度以上であることを意味し、このようにすると画像のスキャンと同時にリアルタイムに画像の傾斜を補正できる。

[0048] 図6はハフ変換部50～画像回転部70の構造を示し、ハフ変換部50は例えば16個～32個の実行ユニット51を備えて、ハフ変換を並列に実行する。また縮退処理後の画像と処理前の画像の双方に対して、ハフ変換を施す。実行ユニット51は $\rho$ 値計算部52と $\sin$ 及び $\cos$ に対するテーブル53とから成る。32個のテーブル53で、 $0^\circ \sim 180^\circ$ をカバーできるように、1個のテーブル53が記憶する角度の範囲は例えば $5.625^\circ$  ( $180/32$ )で、角度の刻みは例えば $0.176^\circ$  ( $180^\circ/1024$ )などである。 $\rho$ 値計算部52はテーブル53から $\sin \theta$ 及び $\cos \theta$ の値を読み出し、縮退処理部46及び孤立点除去部45から出力された有効画素の位置( $x, y$ )に対し、 $\rho$ 値を  $\rho = x \cos \theta + y \sin \theta$  として計算する。投票テーブル54は $\theta$ と $\rho$ の2次元のテーブルで、管理部55は複数の実行ユニット51を管理する。

[0049] 図7に、 $\rho$ 値計算部52と投票テーブル54との関係を示す。テーブル54の各点は $\rho$ と $\theta$ との組み合わせを示し、これは線分を表している。仮に $\rho$ と $\theta$ とがそれぞれ1024レベルに分割されているものとし、 $x, y$ の値が入力されると、 $\theta$ 毎に $\rho$ の値を計算し、表の該当する位置のデータを1加算する。なお $\theta$ は $180^\circ$ の範囲を例えば256～4096レベル、好ましくは1024～2048レベルに分解し、傾斜角を $0.05^\circ \sim 0.3^\circ$ 、好ましくは $0.1^\circ \sim 0.2^\circ$ 程度の精度で検出できるようにする。また $\rho$ の分解能は、 $\theta$ の分解能よりも低くても良い。実行ユニット51は例えば32ユニット有り、各 $\rho$ 値計算部52は32レベル( $1024/32$ )分の $\theta$ を担当す

る。その結果、例えば左から3つめのカラムに○で示すように、 $(\rho, \theta)$ 値が投票される。また57はマスクで、テーブル54から有効線(抽出する直線)として抽出済みの点の周囲をマスクし、マスク57の外部から次の有効線が抽出されるようにする。

[0050] 図6に戻り、有効線抽出部61は投票テーブル54から例えば上位 $m$ 位の点を抽出する。投票テーブル54で投票数の多い点は、画像での有効線である可能性が高い。そして抽出済みの点の周囲にマスク57を施し、マスク57内からの他の点が抽出されないようにする。候補角抽出部62は、抽出した有効線から傾斜角の候補( $k$ 個で例えば $m/2$ 個以上)を抽出し、決定部63はこれらの候補角に基づいて傾斜角 $\theta_d$ を決定する。決定した傾斜角 $\theta_d$ を座標計算部71へ入力し、画像メモリ16の記憶画像の各画素に対し、傾斜補正後の座標(アドレス)を計算する。アドレス生成部72は、傾斜補正前の座標に基づいて、画像メモリ16への読み出しアドレスを生成する。bicubic処理部73は読み出したデータを補間し、傾斜補正後の座標に基づいて、補間後のデータを画像メモリ16へ書き戻す。これらの処理によって、画像メモリ16の画像は、傾斜を補正するように回転する。なお回転には単純なアフィン変換などを用いてもよい。

[0051] 図8に傾斜角検出部60でのアルゴリズムを示し、投票テーブルから上位 $m$ 位、例えば16位あるいは8位の $(\rho, \theta)$ からなる点を抽出する(ステップ31)。そして抽出済みの点の近傍、例えば1辺が5~40レベルの正方形からなる近傍をマスクし(ステップ32)、同じ近傍内から2点以上が抽出されないようにする。なお最大投票数の $1/2$ 以上の投票数のある $(\rho, \theta)$ のみを抽出する。従って $m$ 位目の点の投票数が最大投票数の $1/2$ 未満の場合はエラーとし、傾斜角の検出を行わず、画像回転部70は画像を回転させない(ステップ33)。ステップ32, 33はステップ31を実行するための補助的な処理である。このようにして、他の点の近傍に入らず、かつ最大投票数の $1/2$ 以上の点を $m$ 個抽出する。 $1/2$ 以上は例であり、例えば $2/3$ 以上あるいは0.4以上などとしても良い。ステップ31~33が、有効線抽出部

61の処理に対応する。

[0052] 次に傾斜角の候補を求めるための角度を $\theta_x$ とし、その直角を $\phi_x$ とする。ここに $\phi_x$ は正または0で、かつ $\phi_x = \theta_x + \pi/2$ もしくは $\phi_x = \theta_x - \pi/2$ である。 $\delta$ を許容範囲とし、例えば $\delta$ は $1^\circ$ あるいは $0.5^\circ$ などであり、 $\theta_x \pm \delta$ 及び $\phi_x \pm \delta$ の範囲に入る点 $(\rho, \theta)$ の個数が最大となるように、 $\theta_x$ を決定する。そして $\theta_x \pm \delta$ 及び $\phi_x \pm \delta$ の範囲に入る点を出力する(ステップ34)。言い換えると、 $m$ 個の点に対し、角度 $\theta$ 成分が $\pm \delta$ の範囲で一致する点の数が最大となる角度を $\theta_x$ とする。なお単純に $\theta$ 成分が $\pm \delta$ の範囲で一致する点の数を問題とする代わりに、 $\theta_x \pm \delta$ 及び $\phi_x \pm \delta$ の範囲に入る点に対する、投票数の和が最大となるようにしても良い。そしてこれらの点の数 $k$ が閾値未満の場合、例えば $m/2$ 未満もしくは $m/3$ 未満の場合、ステップ35でエラーとする。エラーの場合、傾斜角の検出を行わず、画像回転部70は画像を回転させない。ステップ34、35が、候補角抽出部62の処理に対応する。

[0053] ステップ36は決定部63の処理に対応し、ステップ34で求めた $k$ 個の点 $(\rho, \theta)$ に対し、例えば $\theta$ の単純平均値を傾斜角 $\theta_d$ として出力する。あるいは $k$ 個の点での $\theta$ の加重平均を用い、重みには投票数 $v_i$ を用いても良い。これらに代えて、 $k$ 個の $\theta$ の候補 $\theta_1 \sim \theta_k$ の中で、投票数 $v_i$ が最大の $\theta$ を傾斜角 $\theta_d$ としてもよい。ステップ36では $\theta_d$ を出力し、 $\theta_d$ が $\pi/2$ を越える場合、 $\theta_d - \pi/2$ 、即ち $\phi_d$ を出力する。

[0054] 図9～図22に実施例の動作を示す。図9の上部は原稿画像を示し、画像中の文字の列を直線と見なして、その傾斜を検出する。従って実施例の目的は、図9の上部の画像を図9の下部の画像に変換し、これに対するハフ変換を行うことにある。

[0055] 図10は入力画像(画像メモリ16の画像)を、縮小もスムージングもエッジ抽出も行わずに、直接二値化した例を示し、円でマークしたように、文字以外の写真部分などの黒画素(この場合の有効画素)が多くなり、ハフ変換の負担が増すと共に、写真中の斜線などの影響が強くなり、検出精度が低下す

る。そこで入力画像をグレースケールで取り扱い、縮小、スムージング、エッジ抽出等の画像処理を施した後に、二値化する。ハフ変換を高速で行うため、入力画像を  $1/n$  に縮小し、これによって以降の計算時間を  $1/n^2$  に減少させる(図 1 1)。

[0056] 次にスムージングによりノイズを除去し(図 1 2)、エッジを抽出することにより、図 1 3 の画像が得られる。エッジの抽出により、地色の影響が無くなり、また白抜き文字にも対応でき、さらにデータを単純化して、ハフ変換を容易にする。

[0057] 図 1 4 に、エッジの抽出フィルタ 8 0 を示す。被処理画像 8 1 に対し、フィルタ 8 0 を左上側から適用することにより、被処理画像 8 1 の下側と右側のエッジ 8 2 を抽出する。これによって被処理画像 8 1 のエッジ全体を検出する場合に比べ、エッジの量を  $1/2$  にできる。以上のように、好ましくは、上下左右 4 種類のエッジの中で、下と右、下と左、上と右、上と左のように、2 種類のエッジを抽出する。エッジ抽出後の画像を二値化することにより、図 1 5 の画像が得られる。図 1 5 の画像から孤立点を除去することにより、図 1 6 の画像が得られる。なお孤立点の除去は、図 1 3 のエッジの画像に対して行っても良い。

[0058] 図 1 5、図 1 6 のように、図形部分の線あるいは写真部分の線が残っていると、傾斜角の誤検出の原因となる。そこで縮退処理を行うと図 1 7 の画像が得られ、写真及び図形中の線は孤立点に変換され、文字の列からなる行は保存される。そこで縮退処理後の画像に対しハフ変換を行うことにより、文字の行から成る直線のみを検出できる。ただし図 4 のステップ 1 0 のように、文字の行と向きが揃った表あるいは下線がある場合、表あるいは下線を用いて傾斜角を検出することが好ましい。このため、実装上は縮退処理後の画像と縮退処理前の画像の双方に対し、ハフ変換を行うことが好ましい。

[0059] ハフ変換により投票テーブルにデータが蓄積され、投票テーブルから投票数が最大の点のみを単純に取り出すと、誤った検出が行われることがある。図 1 8 はこのような例を示し、図 1 8 では画像の一部のみを表示するので、

「最大投票直線」がどこから抽出されたのか分かり難いが、画像中の写真部分等から抽出されたものである。図 18 のような極端な例でなくても、図 15、図 16 の下部の図形部分中の実線、あるいは写真部分中の斜線に、最大の投票がなされる可能性がある。そして図 15 の下部の図形部分の横線は、画像の傾斜と平行であるが、これは偶然である。このように画像本来の傾斜とは対応しない直線を抽出しないように、投票数が上位の点を複数抽出する。ここで単純に上位  $m$  位までの点を抽出する場合、投票テーブル内での近傍の点が複数抽出されることが多い。そこで投票テーブル 54 から最上位の点を抽出し、抽出した点の近傍をマスクし、次の投票数の点を抽出し、再度その近傍の点を抽出するようにして、上位  $m$  位の点を抽出する。ここで抽出した上位  $m$  位のうち、最下位の点が最上位の点の例えば  $1/2$  以上の投票数を持たない場合、検出をエラーとする。文字から成る行を抽出している場合、最大投票数の点と、上から  $m$  位の点とで、投票数に余り大きな差はないはずである。これにもかかわらず大きな差があるのは、最上位の点が図形中の直線部分などである可能性が高い。あるいはまた、上位  $m$  位 (例えば 16 位) のうちから、最上位の点に対して所定の割合以上 (例えば  $1/2$  以上) の投票数を持つ点を抽出し、抽出した点の数が所定値  $k$  (例えば 4) 以下の場合、エラーとして傾斜角を未検出としても良い。

[0060] 図 20 に投票テーブルの状況を模式的に示し、ここでは投票数を明度で表している。そして選択済みの点の近傍を、黒い四角形のマスクで覆っている。図 20 では上位 8 点を抽出済みである。

[0061] 抽出された上位  $m$  位の点に対し、傾斜角を決定する。この手続を図 21、図 22 に模式的に示し、ここでは  $m$  は例えば 8 とする。文字の行を検出している場合、文字ブロックの上下の列も同時に検出できるので、傾斜角  $\theta_d$  と、その直角  $\phi_d$  とに意味がある。また候補を抽出する際の許容誤差を  $\delta$  ( $0.5^\circ$  あるいは  $1^\circ$  程度) とし、角  $\theta_x \pm \delta$  と  $\phi_x \pm \delta$  の範囲内に入る点の数  $k$  が最大となるように、 $\theta_x$  を決定する。ここでどの角度に対しても  $k$  の値が閾値 (例えば  $m/2$ ) 未満の場合、例えばエラーとする。閾値以上の点を

含む角  $\theta_x$  が得られた場合、含まれる点の角度の単純加算平均、あるいは加重平均などにより、候補角を決定する。これは図 8 のステップ 36 の処理である。

[0062] 以上のようにして傾斜角  $\theta_d$  を例えば  $\pm 0.1^\circ$  程度の精度で決定し、次いで画像回転部 70 により画像を回転させて傾斜を補正する。画像の回転自身は単純な処理であり、例えばスキャンと同期して実行できる。

[0063] 図 23 に、整合性の評価関数 101, 102 を示す。横軸は抽出用の角度  $\theta_x$  からの偏差を示し、縦軸は評価関数 101, 102 の重みを示す。また 105 ~ 110 は抽出したデータを角度で示し、データ 105 ~ 110 の高さは投票数である。実施例では 0 / 1 の重みを取る評価関数 101 を用いたが、評価関数 102 のように、 $\theta_x$  からの偏差に伴って重みを小さくするものでも良い。また評価関数 101, 102 のいずれについても、

(データ 105 ~ 110 の重み  $\times$  各データの投票数) の評価関数内に含まれるものの和 のように、投票数を反映させて整合性を評価しても良い。

[0064] 図 8 の処理では、評価関数 101 をパスした重みが 1 のデータ 105 ~ 109 を対象とし、角度  $\theta$  の単純平均あるいは加重平均により、傾斜角  $\theta_d$  を決定した。しかし加重平均で、投票数をそのまま用いる代わりに、投票数の平方根あるいは二乗などを用いても良く、投票数が大きい程、重みが大きくなるように、投票数を反映させた加重平均でも良い。

[0065] 実施例では、先に  $\theta_x$  を決定して、データ 105 ~ 109 などを抽出し、次いでデータ 105 ~ 109 を用いて角度  $\theta_d$  を決定する。このためデータ 105 ~ 109 を角度  $\theta_d$  の決定に十分反映させることができる。しかしより単純に、角度  $\theta_x$  をそのまま傾斜角  $\theta_d$  としても良い。ただし角度  $\theta_x$  をそのまま傾斜角  $\theta_d$  とすると、端にあるデータ 109 を含めるように角度  $\theta_x$  を決定するため、傾斜角が端にあるデータ 109 の影響を受けやすくなる傾向がある。そこで実施例のように角度  $\theta_x$  の決定と傾斜角  $\theta_d$  の決定の 2 段階とすることが好ましい。

[0066] 実施例では傾斜角の回転と補正とを複合機 2 の内部で行う例を示したが、

パーソナルコンピュータ 6 などで行っても良い。その場合、実施例の画像処理プログラムをパーソナルコンピュータなどの情報処理装置で実行する場合、情報処理装置はこの発明の画像処理装置となる。

[0067] 本の見開きの傾斜を検出する場合、例えばスキャン前に原稿の種類が見開きであることを入力する場合、左右別々の傾斜角を検出できる。あるいは入力画像を左右に分割して、傾斜角を求め、左右の傾斜角が異なると、見開きの画像であると推定しても良い。

[0068] 実施例では以下の効果が得られる。

- 1) ハフ変換での投票数最大の点から画像の傾斜を求めると、行の向きとは大幅に異なる向きの傾斜角が検出されることがある。しかし投票数が上位所定個数の点の角度  $\theta$  との整合性が最大となるように抽出用の角度  $\theta_x$  を定め、角度  $\theta_x$  に基づいて傾斜角を決定すると、信頼性のある検出ができる。
- 2) 所定個数の点の中で、抽出用の角度  $\theta_x$  から許容範囲内に角度  $\theta$  が含まれる点に対する角度  $\theta$  の平均により画像の傾斜角を定めると、より信頼性のある検出ができる。
- 3) 角度  $\theta$  への投票数に応じた重みを反映させた平均により画像の傾斜角を定めると、投票数の多い点を適切に重視しながら、傾斜角を決定できる。
- 4) 抽出用の角度  $\theta_x$  から許容範囲の角度内に僅かな数の点しか含まれていない場合に、傾斜角の検出を打ち切ると、信頼性の低い検出を避けることができる。
- 5) 最上位の投票数の点との投票数の割合が許容値未満の点を含む場合、画像中の図形部分あるいは写真部分に含まれる長い直線を検出している可能性が高いので、傾斜角の検出を打ち切ることにより、信頼性の低い検出を避けることができる。
- 6) 抽出済みの点の投票テーブルでの近傍をマスクすることにより、処理対象の画像の広い範囲から直線を抽出できるので、文字の行で構成される直線、罫線、下線などを抽出できる機会が増す。
- 7) 縮退処理により、画像中の線分は単純な点へ変換されるが、文字の行は

保存されるので、斜線等の影響を受けずに、画像中の文字の行により傾斜角を決定できる。また縮退処理により画像中の有効画素数が削減されるので、ハフ変換をより高速で実行できる。

8) 縮退処理を施すと文字の行に基づく第1の傾斜角が得られ、縮退処理を施さないと、主として表、下線、斜線などに基づく第2の傾斜角が得られる。第1の傾斜角と第2の傾斜角とが近似する場合、表、下線、斜線などに基づく第2の傾斜角を用いると、高精度に傾斜角を決定できる。

9) 第1の傾斜角と第2の傾斜角とが著しく異なる場合、文字の行に基づく第1の傾斜角を用いると、斜線の影響を受けずに傾斜角を決定できる。

10) 第1の傾斜角と第2の傾斜角との整合性が中間的な場合、縮退処理を施した画像をハフ変換したものから、複数の線分を第1のセットとして取り出し、縮退処理を施さなかった画像をハフ変換したものから、複数の線分を第2のセットとして取り出す。第2のセットから、向きの差が所定範囲内の線分が第1のセットに有るものを抽出して、傾斜角を決定する。このようにすると、整合性が中間的な場合でも、傾斜角を決定できる。

11) 画像を有効画素と無効画素とに二値化すると共に、二値化した画像中の互いに連結された有効画素をフィルタで端部から無効画素に置換すると、簡単に縮退処理を施すことができる。

## 符号の説明

|        |    |            |       |             |    |             |    |      |
|--------|----|------------|-------|-------------|----|-------------|----|------|
| [0069] | 2  | 複合機        | 4     | LAN         | 6  | パーソナルコンピュータ | 8  | ルータ  |
|        | 10 | インターネット    | 12    | LANインターフェース | 14 | バス          |    |      |
|        | 16 | 画像メモリ      | 18    | メモリ         | 19 | 記憶媒体        | 20 | スキャナ |
|        | 22 | プリンタ       | 24    | G3ファクシミリ部   | 26 | e-mail部     |    |      |
|        | 28 | ネットワークサーバ部 | 30    | ユーザインターフェース |    |             |    |      |
|        | 32 | 画像処理部      | 34~38 | フィルタ        | 40 | 前処理部        |    |      |
|        | 41 | 縮小処理部      | 42    | スムージング部     | 43 | エッジ抽出部      |    |      |
|        | 44 | 二値化部       | 45    | 孤立点除去部      | 46 | 縮退処理部       |    |      |
|        | 50 | ハフ変換部      | 51    | 実行ユニット      | 52 | $\rho$ 値計算部 |    |      |

53 テーブル    54 投票テーブル    55 管理部    56 データ  
57 マスク    60 傾斜角検出部    61 有効線抽出部  
62 候補角抽出部    63 決定部    70 画像回転部  
71 座標計算部    72 アドレス生成部    73 bicubic処理部  
80 フィルタ    81 被処理画像    82 エッジ  
101, 102 評価関数    105~110 データ

## 請求の範囲

- [請求項1] 画像の傾斜角を決定する装置であって、  
画像中の点の座標を距離 $\rho$ と角度 $\theta$ とに変換して、距離 $\rho$ と角度 $\theta$ とを見出しとする投票テーブルに投票することにより、画像中の直線を抽出するハフ変換部と、  
前記投票テーブルから投票数が上位の所定個数の点を抽出する抽出部と、  
前記所定個数の点の角度 $\theta$ との整合性が最大となるように抽出用の角度 $\theta_x$ を定めて、定めた抽出用の角度 $\theta_x$ に基づき、画像の傾斜角を求める傾斜角決定部とを設けたことを特徴とする、画像処理装置。
- [請求項2] 前記所定個数の点の中で、前記抽出用の角度 $\theta_x$ から許容範囲内に角度 $\theta$ が含まれる点に対する、角度 $\theta$ の平均により、画像の傾斜角を定めるように、前記傾斜角決定部を構成したことを特徴とする、請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項3] 前記所定個数の点の中で、前記抽出用の角度 $\theta_x$ から許容範囲内に角度 $\theta$ が含まれる点に対する、角度 $\theta$ の投票数に応じた重みを反映させた平均により、画像の傾斜角を定めるように、前記傾斜角決定部を構成したことを特徴とする、請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項4] 前記所定個数の点の中で、前記抽出用の角度 $\theta_x$ から許容範囲内に角度 $\theta$ が含まれる点の数と、前記所定個数との割合が所定値未満の場合、画像の傾斜角を検出しないように、前記傾斜角決定部を構成したことを特徴とする、請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項5] 前記所定個数の点で、最上位の投票数の点との投票数の割合が許容値未満の点を含む場合、画像の傾斜角を検出しないように、前記傾斜角決定部を構成したことを特徴とする、請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項6] 前記所定個数の点を抽出する際に、抽出済みの点の投票テーブルでの近傍をマスクし、マスクした範囲内の他の点が投票テーブルから抽

出されないように、前記抽出部を構成したことを特徴とする、請求項 1 に記載の画像処理装置。

[請求項7]            画像中の線分を点へと単純化する縮退処理部をさらに設けて、  
縮退処理部で処理済みの画像を前記ハフ変換部で処理するようにしたことを特徴とする、請求項 1 の画像処理装置。

[請求項8]            前記ハフ変換部と前記抽出部と前記傾斜角決定部を、縮退処理を施した画像にハフ変換を施して第 1 の傾斜角を決定し、かつ縮退処理を施さなかった画像にハフ変換を施して第 2 の傾斜角を決定するように構成すると共に、

第 1 の傾斜角と第 2 の傾斜角とを比較する比較部をさらに設けて、  
第 1 の傾斜角と第 2 の傾斜角との差が所定範囲内の場合は第 2 の傾斜角を画像の傾斜角とし、前記差が所定範囲外の場合は第 1 の傾斜角を画像の傾斜角とするように、前記傾斜角検出部を構成したことを特徴とする、請求項 7 に記載の画像処理装置。

[請求項9]            前記差が前記所定範囲外の場合、  
縮退処理を施した入力画像からハフ変換により抽出した第 1 の線分群と、縮退処理を施さなかった入力画像からハフ変換により抽出した第 2 の線分群との間に、傾きが近似した線分がない場合は、前記第 1 の傾斜角を入力画像の傾斜角とし、

前記第 1 の線分群と第 2 の線分群の間に、傾きが近似した線分がある場合は、少なくとも第 2 の線分群の線分で、第 1 の線分群に傾きが近似するものがある線分の傾きに基づいて、入力画像の傾斜角を決定するように、

前記傾斜角検出部を構成したことを特徴とする、請求項 8 に記載の画像処理装置。

[請求項10]           前記抽出部は、縮退処理を施した入力画像から第 1 の線分群を抽出すると共に、縮退処理を施さなかった入力画像から第 2 の線分群を抽出し、

前記傾斜角検出部は、少なくとも第2の線分群の線分で、第1の線分群に傾きが近似するものがある線分の傾きに基づいて、入力画像の傾斜角を決定することを特徴とする、請求項7に記載の画像処理装置。

[請求項11] 前記傾斜角検出部は、第2の線分群の線分で、第1の線分群に傾きが近似するものがある線分が所定本数以上有る場合は、該所定本数以上の線分の傾きに基づいて入力画像の傾斜角を決定し、第2の線分群の線分で、第1の線分群に傾きが近似するものがある線分が所定本数未満の場合は、前記所定本数未満の線分に第1の線分群の線分を加えた線分群の傾きに基づいて入力画像の傾斜角を決定することを特徴とする、請求項10に記載の画像処理装置。

[請求項12] 入力画像を有効画素と無効画素とに二値化する二値化部をさらに設けると共に、

前記縮退処理部に、二値化した入力画像中の互いに連結された有効画素を端部から無効画素に置換するためのフィルタを設けたことを特徴とする、請求項7に記載の画像処理装置。

[請求項13] 画像の傾斜角を決定する方法であって、

画像中の点の座標を距離 $\rho$ と角度 $\theta$ とに変換して、距離 $\rho$ と角度 $\theta$ とを見出しとする投票テーブルに投票することにより、画像中の直線を抽出するハフ変換ステップと、

前記投票テーブルから投票数が上位の所定個数の点を抽出する抽出ステップと、

前記所定個数の点の角度 $\theta$ との整合性が最大となるように抽出用の角度 $\theta_x$ を定めて、定めた抽出用の角度 $\theta_x$ に基づき、画像の傾斜角を求める傾斜角決定ステップ、とを情報処理装置に実行させることを特徴とする、画像処理方法。

[請求項14] 線分を点へと単純化する縮退処理を画像に施すステップをさらに設けて、

縮退処理後の画像をハフ変換することを特徴とする、請求項 13 に記載の画像処理方法。

[請求項15]

情報処理装置に読み込まれて、該情報処理装置に、  
画像中の点の座標を距離  $\rho$  と角度  $\theta$  とに変換して、距離  $\rho$  と角度  $\theta$  とを見出しとする投票テーブルに投票する機能と、  
前記投票テーブルから投票数が上位の所定個数の点を抽出する機能と、  
さらに、前記所定個数の点の角度  $\theta$  との整合性が最大となるように抽出用の角度  $\theta_x$  を定めて、定めた抽出用の角度  $\theta_x$  に基づき、画像の傾斜角を求める機能、とを実行させる画像処理プログラム。

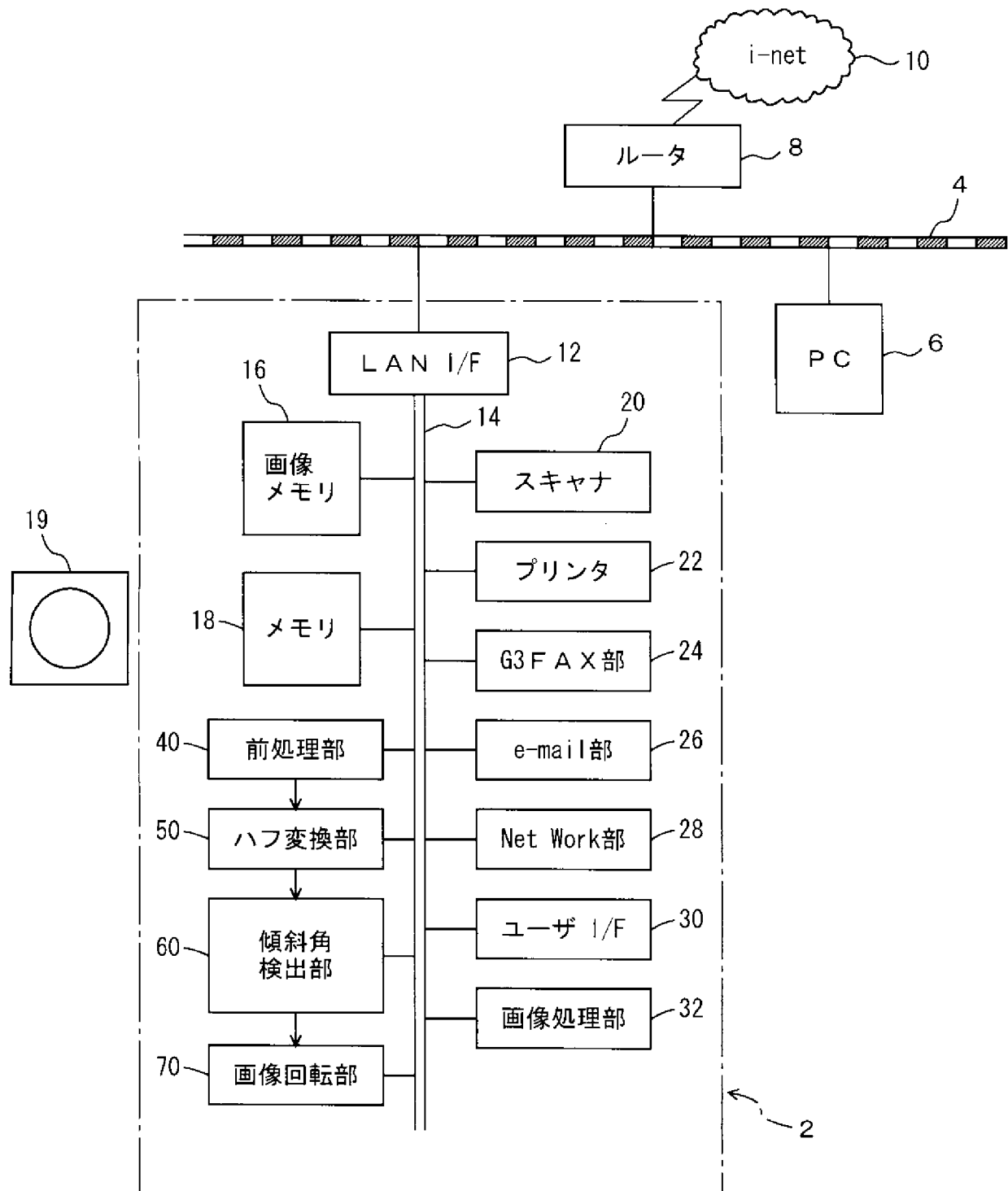
[請求項16]

前記情報処理装置に、  
線分を点へと単純化する縮退処理を画像に施すための機能をさらに実行させ、  
縮退処理後の画像をハフ変換する、請求項 15 に記載の画像処理プログラム。

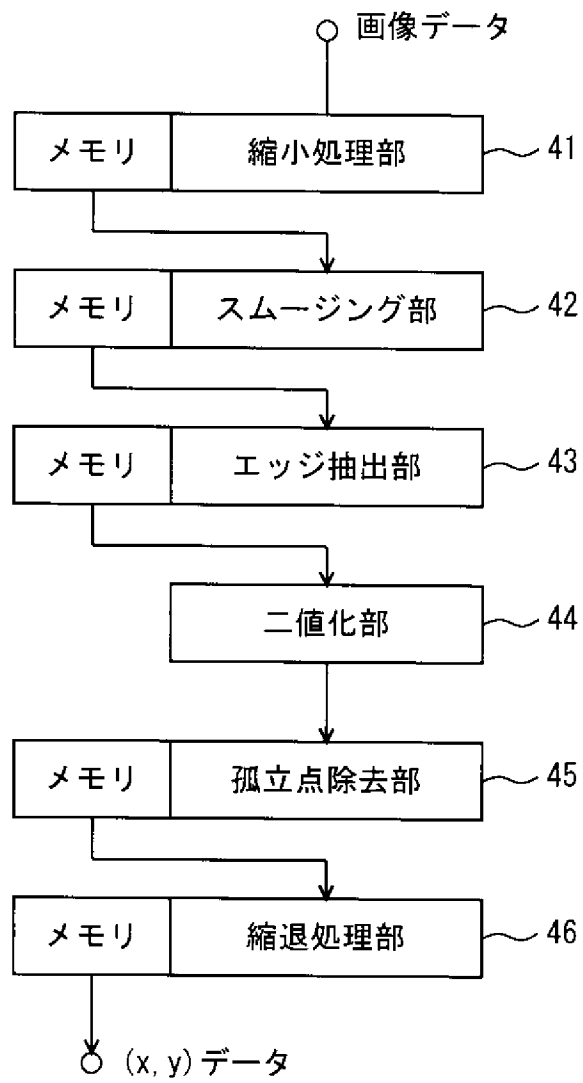
[請求項17]

請求項 15 の画像処理プログラムを記憶した記憶媒体。

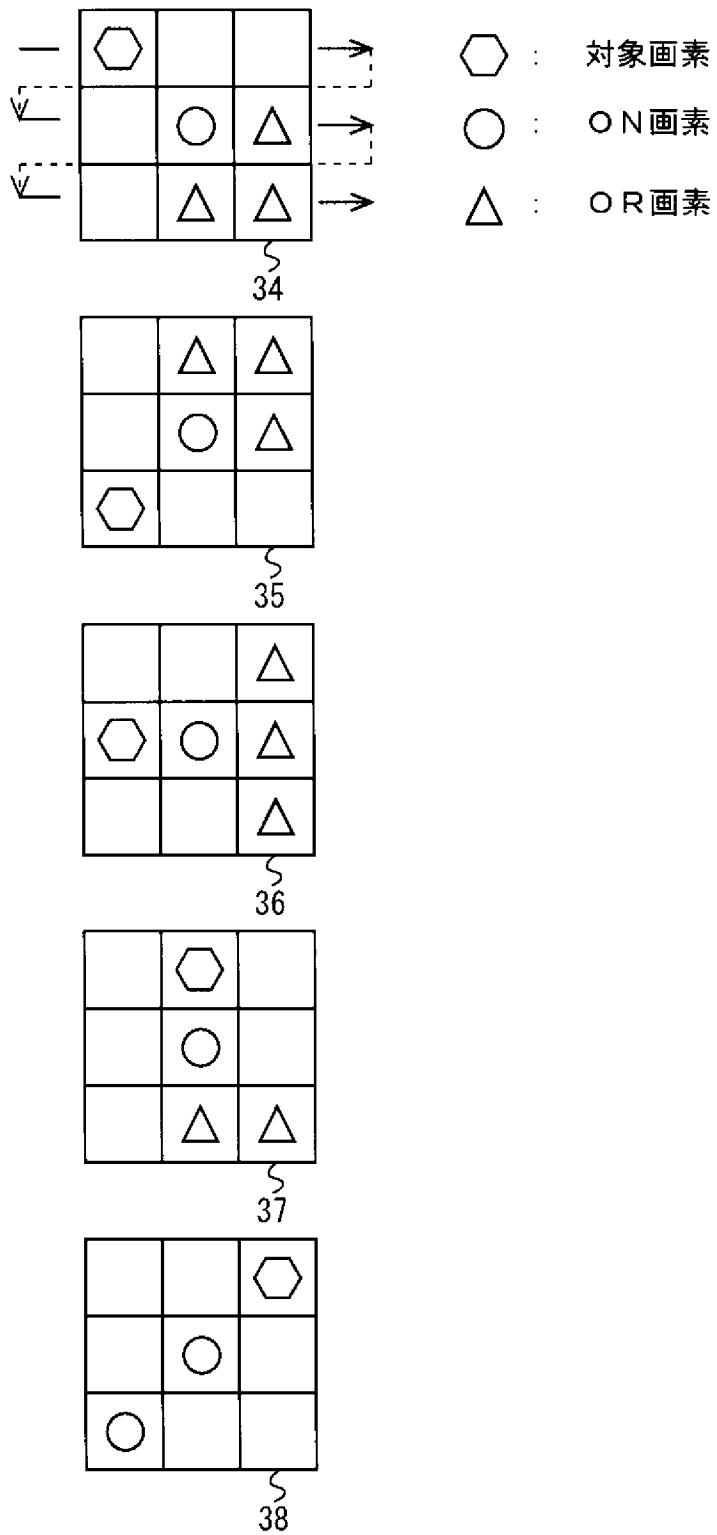
[図1]



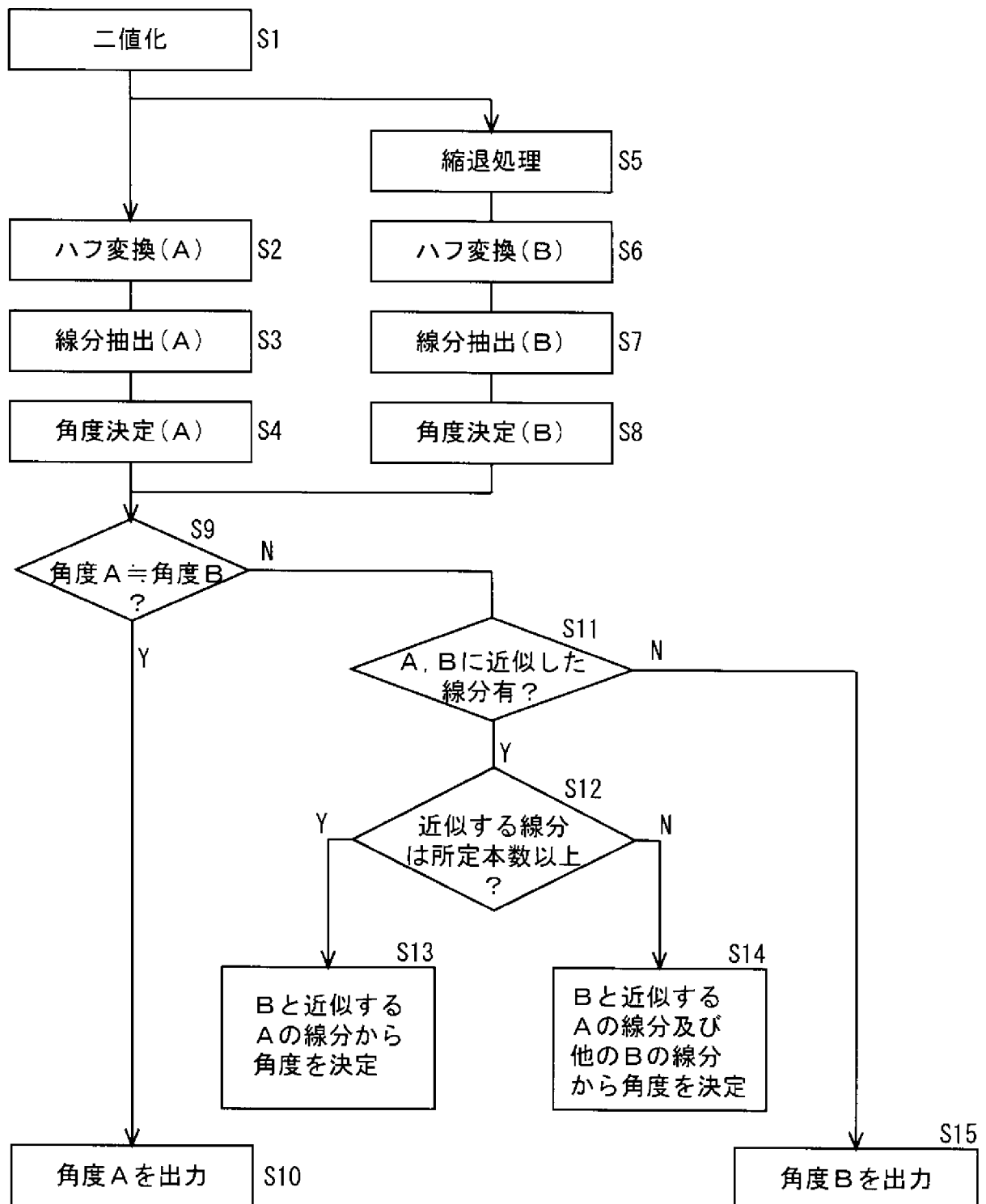
[図2]



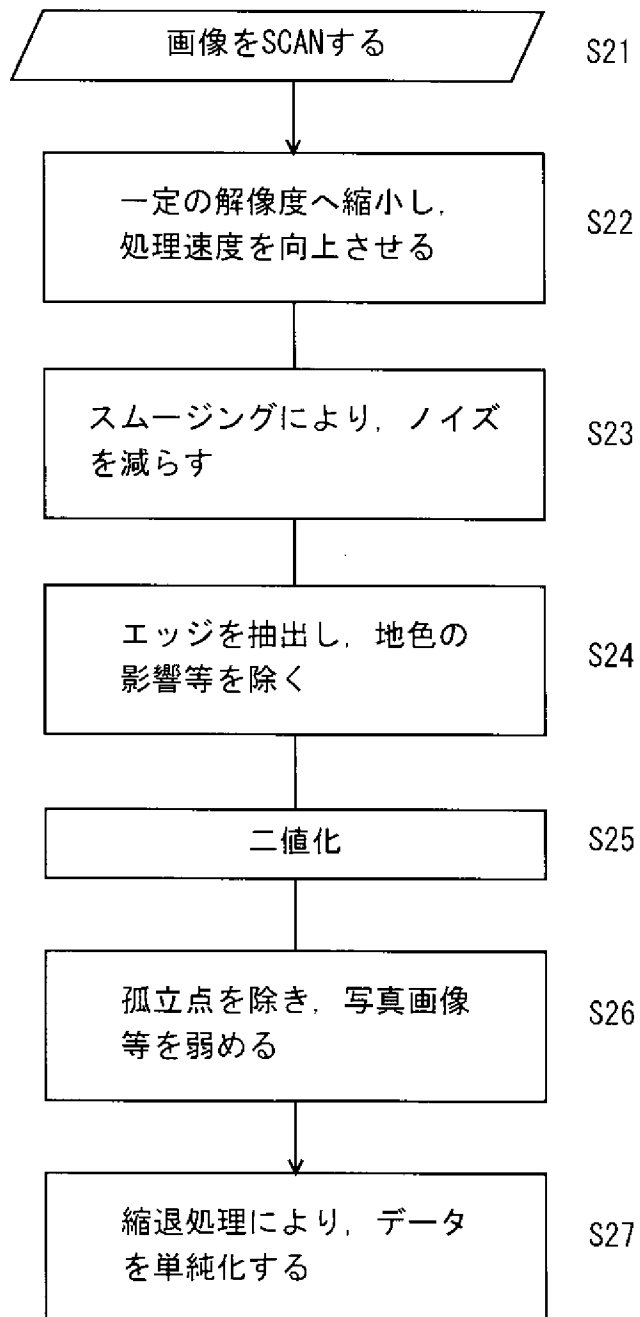
[図3]



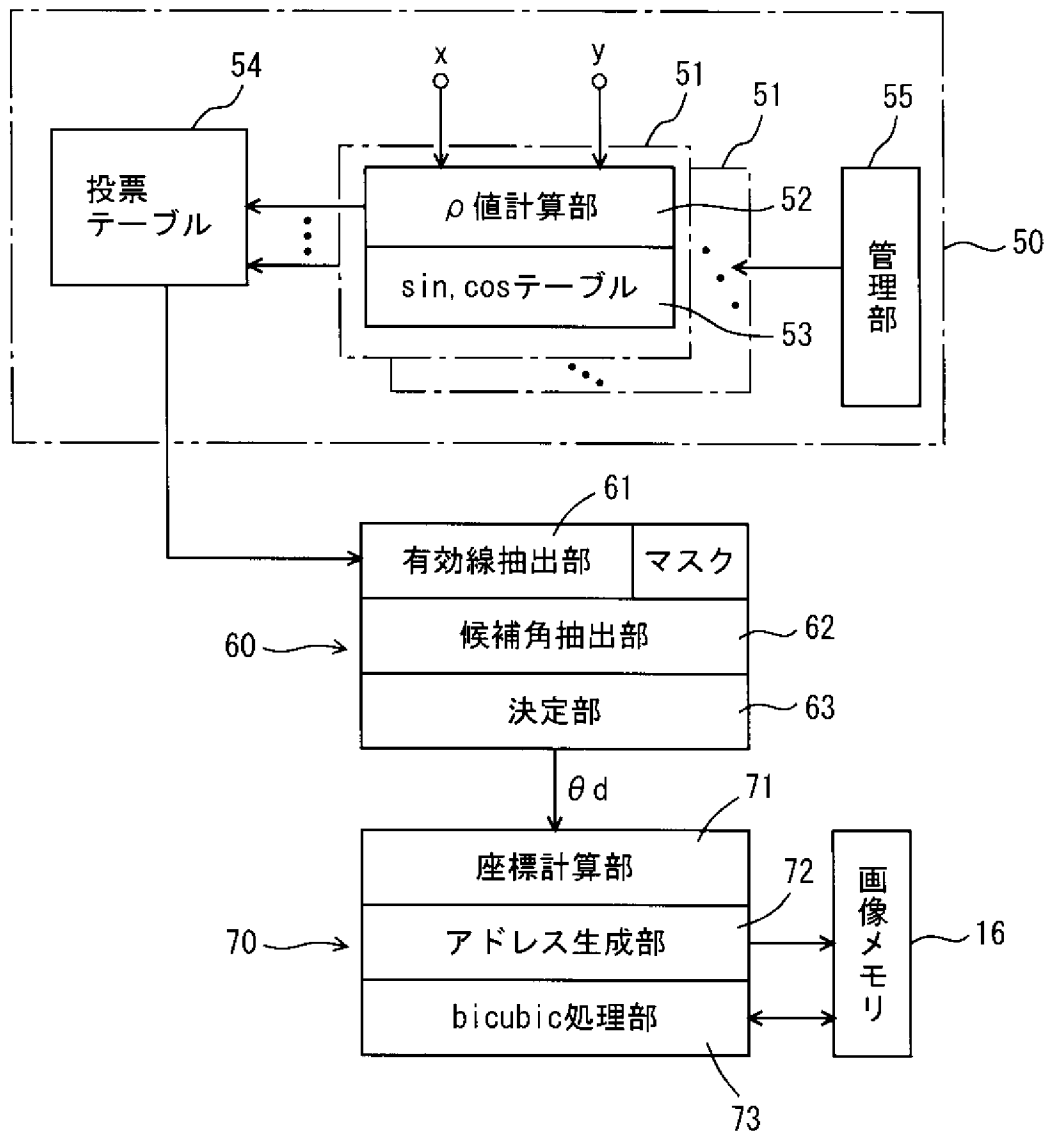
[図4]



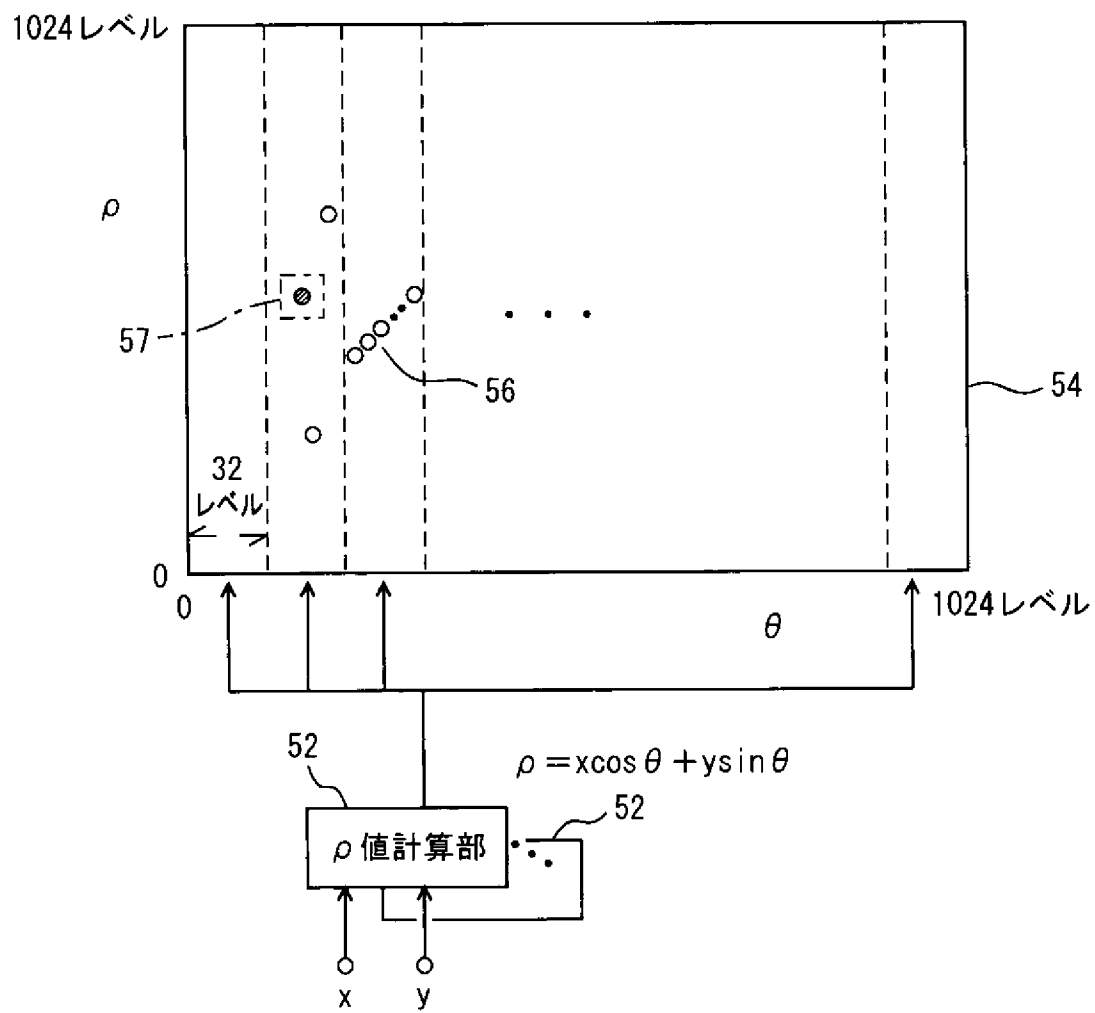
[図5]



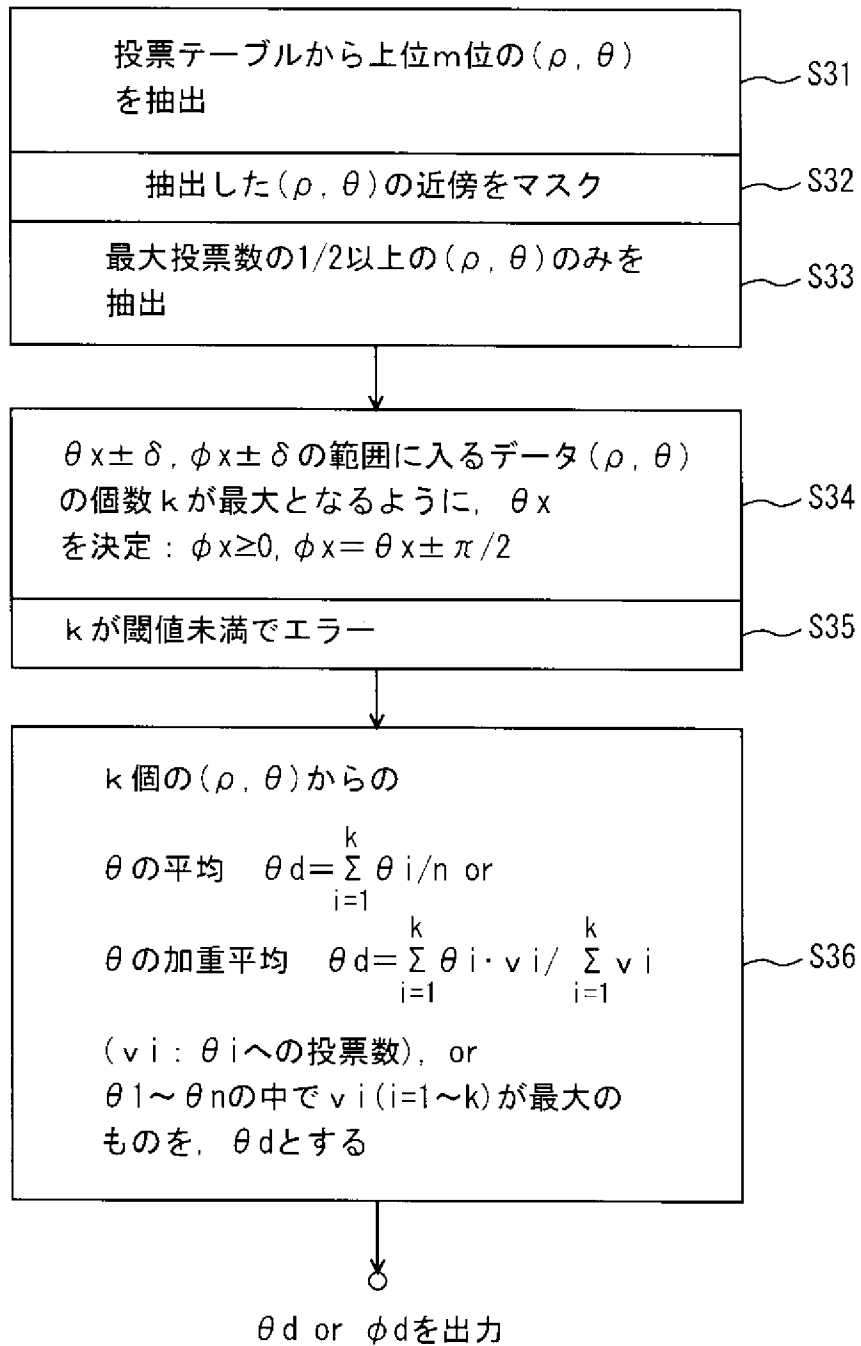
[図6]



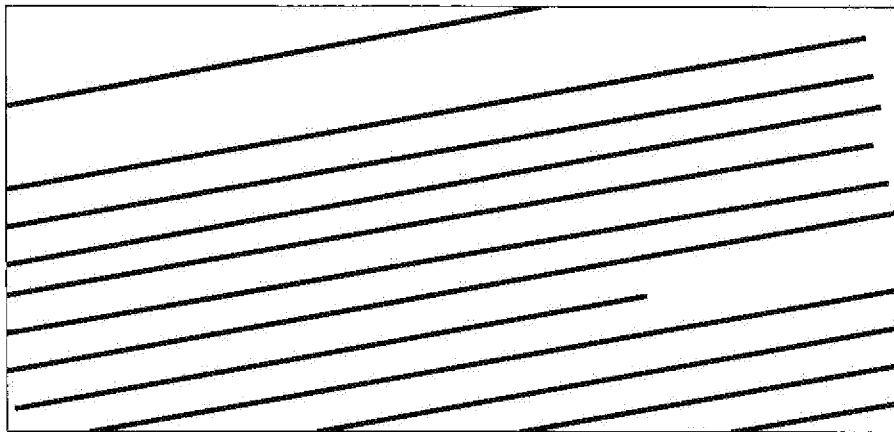
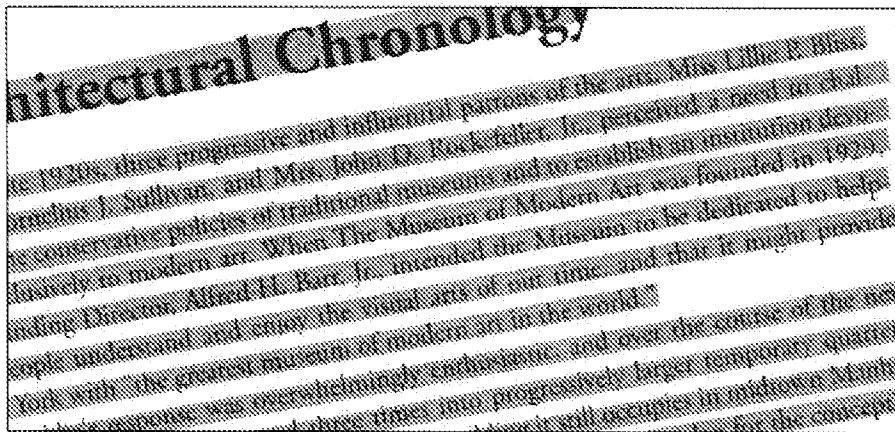
[図7]



[図8]



[図9]



[図10]

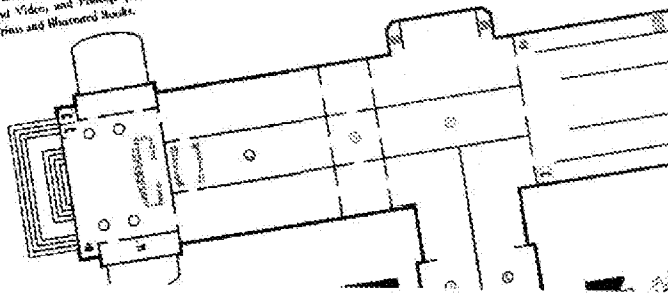
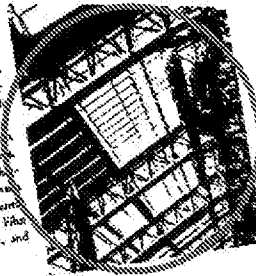
入力画像 → 二値化

### Architectural Chronology

In 1928, three progressive and influential patrons of the arts, Mrs. Lillie P. Bliss, Jacques J. Sulzberger, and Mrs. John D. Rockefeller, Jr., perceived a need to challenge conservative policies of traditional museums and to establish an institution devoted exclusively to modern art. When The Museum of Modern Art was founded in 1929, its guiding Director, Alfred H. Barr, Jr., intended the Museum to be dedicated to helping people understand and enjoy the visual arts of our time, and that it might provide a work with the greatest museum of modern art in the world.

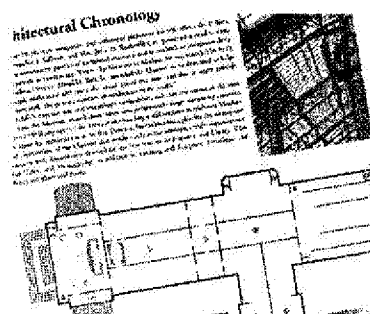
The Museum's first year was a remarkably successful one, and over the course of the next decade, it grew from a small gallery into a major force in the art world.

By 1939, the Museum's collection had grown to include works by the greatest artists of the modern era. In 1939, the Museum moved three times into progressively larger temporary quarters. Upon his appointment as the first Director, Barr submitted a plan for the organization of the Museum that would work in the Museum's multi-departmental structure with departments devoted for the first time to Architecture and Design, Film and Video, and Photography, in addition to Painting and Sculpture, Drawings, and Prints and Illustrated Books.



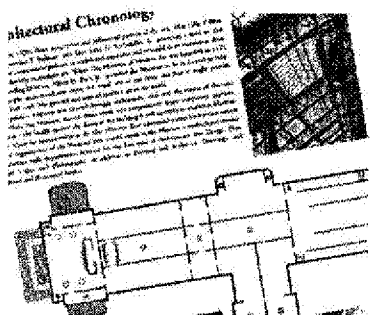
[図11]

- ・ 縮小 → 計算時間(量)の減少

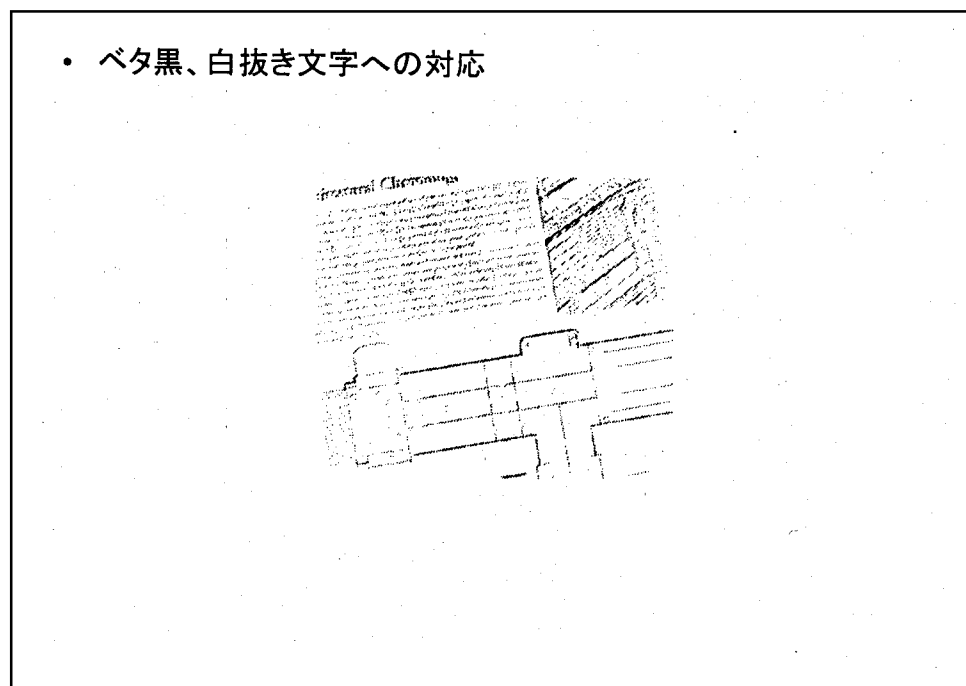


[図12]

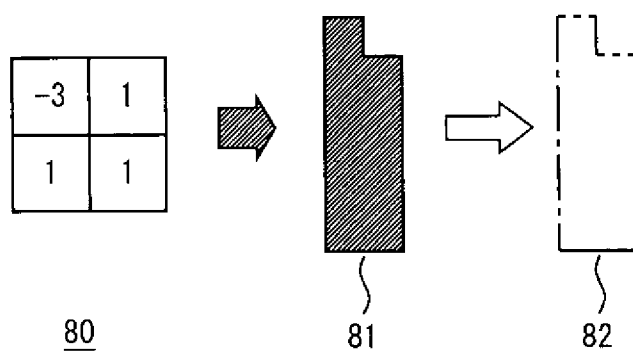
- ・ ノイズの除去



[図13]

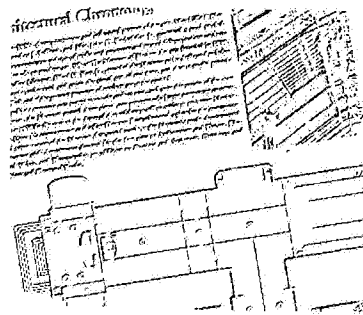


[図14]



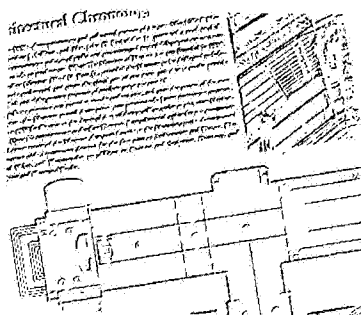
[図15]

・ 二値化画像



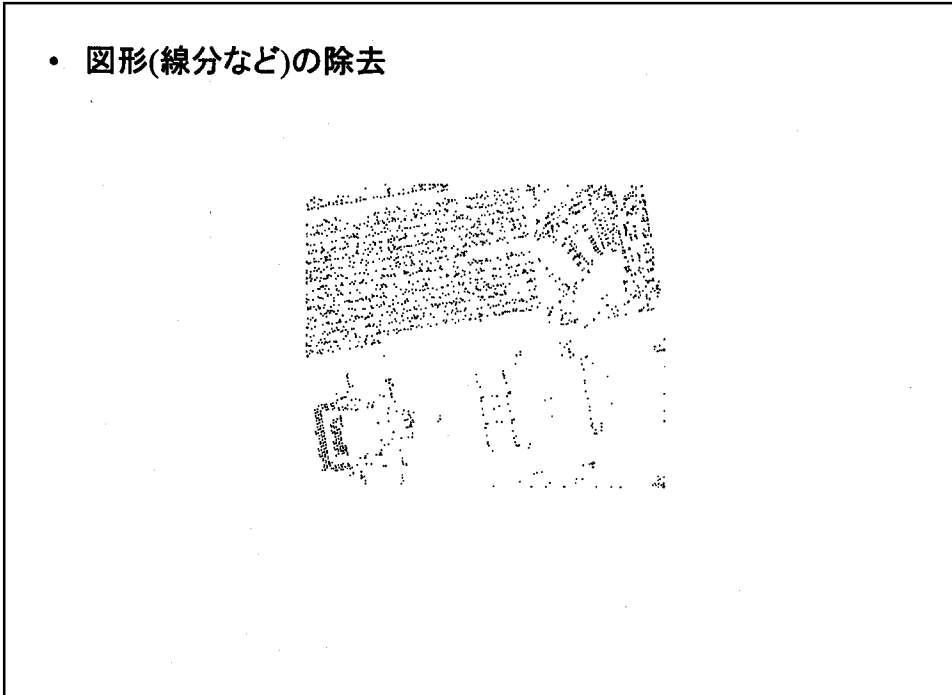
[図16]

・ 孤立点を除去した画像



[図17]

- 図形(線分など)の除去



[図18]

- 最大投票数 1点だけでは精度が低い為、複数から決定する。

Union...

ve and influential patrons of the arts, Miss Lillie P. Bush,  
 Mrs. John D. Rockefeller, Jr., perceived a need to chal-  
 lenge traditional museums and to establish an institution devo-  
 ted to modern art. When The Museum of Modern Art was founded in 1929,  
 J. Barr, Jr., intended the Museum to be dedicated to help  
 enjoy the visual arts of our time, and that it might provide  
 a museum of modern art in the world."  
 overwhelmedly enthusiastic, and over the course of the next  
 three times into progressively larger temporary quarters,  
 the doors of the building it still occupies in midtown Manhat-  
 tan. As the first Director, Barr submitted a plan for the conception  
 of a museum that would result in the Museum's multi-departmental  
 the first time to Architecture and Design, Film  
 a Sculpture, Drawings, and



最大投票直線

[図19]

- ・ 単純に上位から選択すると、近傍点が選択されてしまう。

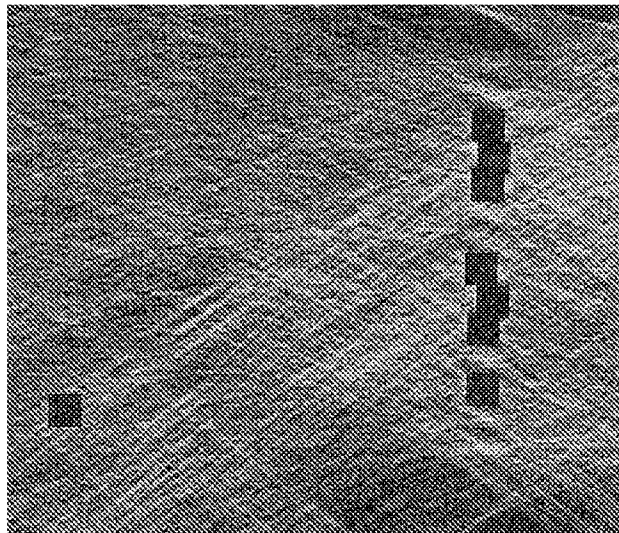
hitecun---

ate 1920s, three progressive and influential patrons of the arts, Cornelius J. Sullivan, and Mrs. John D. Rockefeller, Jr., perceived a need to counter the conservative policies of traditional museums and to establish an institution devoted exclusively to modern art. When The Museum of Modern Art was founded in 1929, its founding Director, Alfred H. Barr, Jr., intended the Museum to be dedicated to helping people understand and enjoy the visual arts of our time, and that it might provide New York with "the greatest museum of modern art in the world."

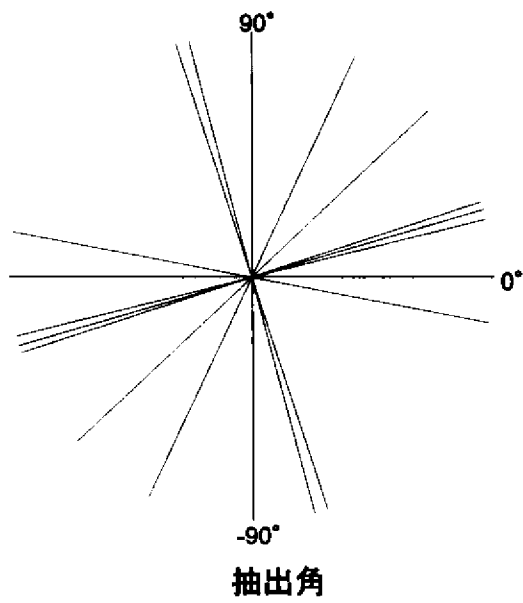
public's response was overwhelmingly enthusiastic, and over the course of the next years, the Museum moved three times into progressively larger temporary quarters. In 1939 finally opened the doors of the building it still occupies in midtown Manhattan. Upon his appointment as the first Director, Barr submitted a plan for the conceptual organization of the Museum that would result in the Museum's multi-departmental organization. The Museum's first department, devoted to Architecture and Design, followed in addition to Painting and Sculpture, Drawings, and Prints.

[図20]

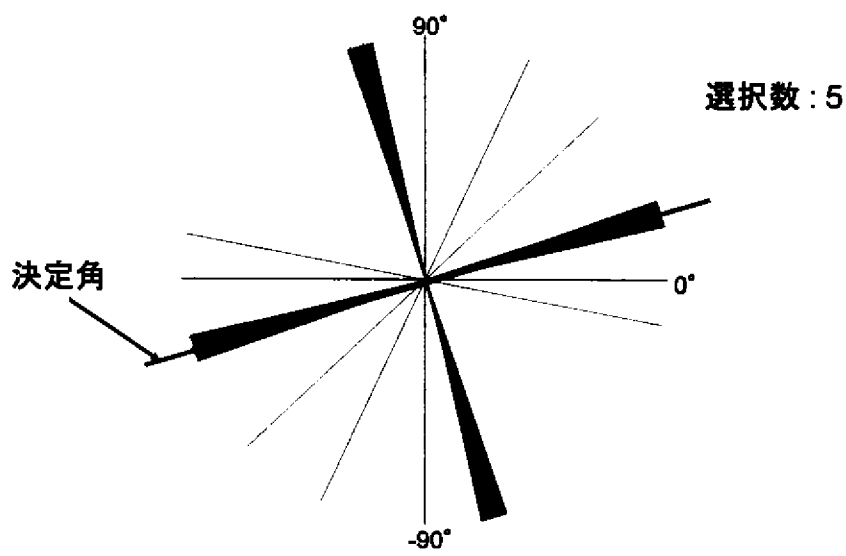
- ・ 選択点近傍をマスクしてから、次点を選択する。



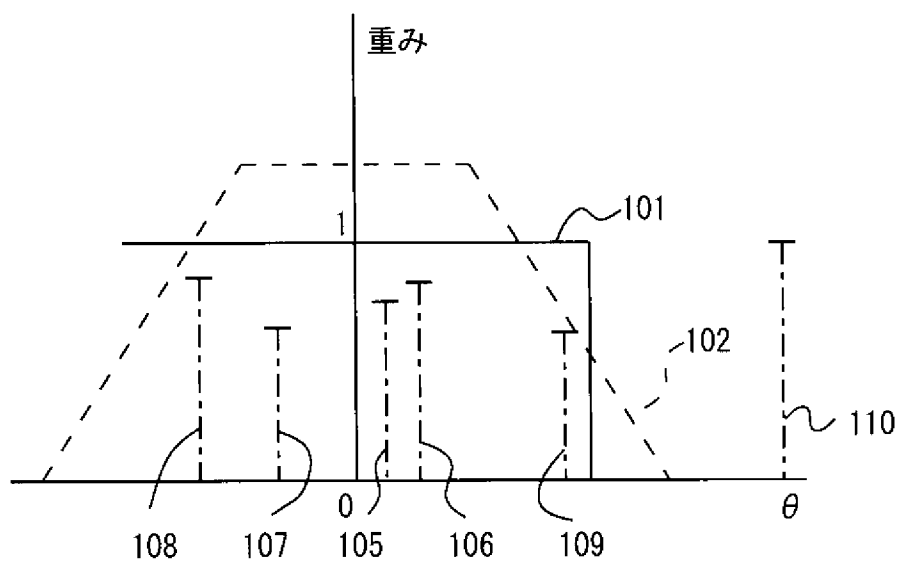
[図21]



[図22]



[図23]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/050876

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T7/60 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06T7/60

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                    | Relevant to claim No.      |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Y<br>A    | JP 2002-84420 A (Fuji Xerox Co., Ltd.),<br>22 March 2002 (22.03.2002),<br>paragraphs [0077], [0082] to [0102]<br>& US 2002/0028027 A1 | 1-3, 7, 13-17<br>4-6, 8-12 |
| Y<br>A    | JP 11-328408 A (Advantest Corp.),<br>30 November 1999 (30.11.1999),<br>paragraphs [0075] to [0077]<br>& US 6408105 B1                 | 1-3, 7, 13-17<br>4-6, 8-12 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
05 February, 2010 (05.02.10)Date of mailing of the international search report  
16 February, 2010 (16.02.10)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06T7/60(2006.01) i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06T7/60

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |                   |
|-------------|-------------------|
| 日本国実用新案公報   | 1 9 2 2－1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1－2 0 1 0 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6－2 0 1 0 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4－2 0 1 0 年 |

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                                      | 関連する<br>請求項の番号                 |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Y<br><br>A      | JP 2002-84420 A (富士ゼロックス株式会社) 2002. 03. 22, 段落 0077, 段落 0082-0102 & US 2002/0028027 A1 | 1-3, 7, 13-17<br><br>4-6, 8-12 |
| Y<br><br>A      | JP 11-328408 A (株式会社アドバンテスト) 1999. 11. 30, 段落 0075-0077 & US 6408105 B1                | 1-3, 7, 13-17<br><br>4-6, 8-12 |

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 5 . 0 2 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 2 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0－8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

新井 則和

5 H

8 9 3 7

電話番号 0 3－3 5 8 1－1 1 0 1 内線 3 5 3 1