

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-165692

(P2005-165692A)

(43) 公開日 平成17年6月23日(2005.6.23)

(51) Int.Cl.⁷

G06T 7/60

G01B 11/00

G06T 7/00

G06T 7/40

F I

G06T 7/60

150B

G06T 7/60

200C

G06T 7/60

300A

G01B 11/00

C

G01B 11/00

H

テーマコード (参考)

2F065

5L096

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-403857 (P2003-403857)

(22) 出願日 平成15年12月2日 (2003.12.2)

(71) 出願人 592135203

キヤノンシステムソリューションズ株式会
社

東京都港区三田3丁目11番34号

(74) 代理人 100076428

弁理士 大塚 康德

(74) 代理人 100112508

弁理士 高柳 司郎

(74) 代理人 100115071

弁理士 大塚 康弘

(74) 代理人 100116894

弁理士 木村 秀二

最終頁に続く

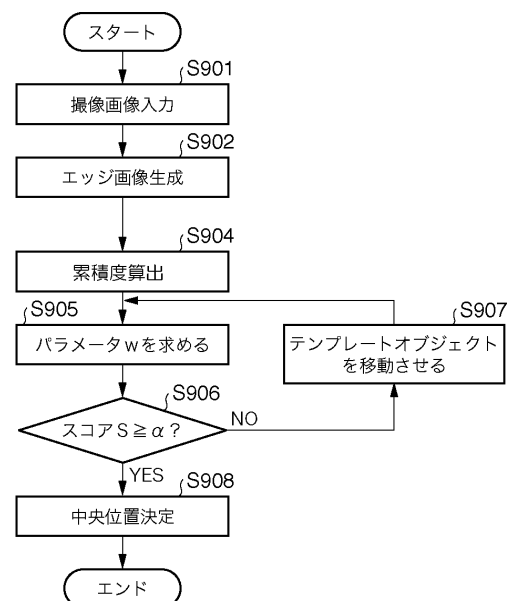
(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法

(57) 【要約】

【課題】 画像中の円状のオブジェクトを正確に、且つ、外乱に対してロバストに検出すること。

【解決手段】 エッジ画像をサンプルポイントの数に応じた方向にずらし、合成した累積画像における注目配置位置での累積度 Z を得 (S904)、エッジ画像におけるテンプレートオブジェクトの各サンプルポイントの位置の画素の水平、垂直方向のエッジ成分の変化、各サンプルポイントの位置に基づいてパラメータ W を求め (S905)、 Z 、 W に基づいたスコア S が $S \geq \alpha$ の場合、注目配置位置を、求めるべき中心位置として決定する (S908)。

【選択図】 図9



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

円形のオブジェクトを含む画像における当該オブジェクトの位置を特定する画像処理装置であって、

前記画像のエッジ成分を示すエッジ画像を生成するエッジ画像生成手段と、

前記円形のオブジェクトと略同形、略同サイズの円形のエッジを示すテンプレートオブジェクトを生成するテンプレートオブジェクト生成手段と、

前記エッジ画像中の所定の1点から前記複数点の夫々の方向にずらした場合のエッジ画像をそれぞれ加算する処理を行うことで得られる前記エッジ画像の累積度を算出するエッジ累積度算出手段と、

10

前記エッジ画像上の注目配置位置に配置された前記テンプレートオブジェクト上の複数点と重なる前記エッジ画像上の画素の水平方向のエッジ成分、垂直方向のエッジ成分、及び、前記注目配置位置と前記複数点の夫々との位置関係に基づいて前記注目配置位置におけるパラメータを求めるパラメータ計算手段と、

前記注目配置位置に位置的に対応する前記累積度と前記注目配置位置における前記パラメータとを用いて、前記円形のオブジェクトと前記テンプレートオブジェクトとが一致している度合いを示すスコアを求めるスコア計算手段と、

前記スコアが所定の条件を満たした場合、前記注目配置位置を前記円形のオブジェクトの位置として決定する決定手段と

を備えることを特徴とする画像処理装置。

20

【請求項 2】

前記パラメータ計算手段は、前記テンプレートオブジェクトの中心を原点とした場合の前記テンプレートオブジェクト上の点 i の座標値を (x_i, y_i) 、点 i と重なる前記エッジ画像上の画素の垂直方向のエッジ成分を P 、水平方向のエッジ成分を Q とした場合、前記パラメータは、 $|x_i \times P| - |y_i \times Q|$ を全ての i について加算することにより、前記パラメータを求める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】

前記スコアの値は、前記複数点と重なる前記エッジ画像上の画素と位置的に対応する前記累積画像上の画素値の合計値の増加に応じて大きく、且つ前記パラメータの減少に応じて前記スコアが大きいことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

30

【請求項 4】

円形のオブジェクトを含む画像における当該オブジェクトの位置を特定する画像処理方法であって、

前記画像のエッジ成分を示すエッジ画像を生成するエッジ画像生成工程と、

前記円形のオブジェクトと略同形、略同サイズの円形のエッジを示すテンプレートオブジェクトを生成するテンプレートオブジェクト生成工程と、

前記エッジ画像中の所定の1点から前記複数点の夫々の方向にずらした場合のエッジ画像をそれぞれ加算する処理を行うことで得られる前記エッジ画像の累積度を算出するエッジ累積度算出工程と、

前記エッジ画像上の注目配置位置に配置された前記テンプレートオブジェクト上の複数点と重なる前記エッジ画像上の画素の水平方向のエッジ成分、垂直方向のエッジ成分、及び、前記注目配置位置と前記複数点の夫々との位置関係に基づいて前記注目配置位置におけるパラメータを求めるパラメータ計算工程と、

40

前記注目配置位置に位置的に対応する前記累積度と前記注目配置位置における前記パラメータとを用いて、前記円形のオブジェクトと前記テンプレートオブジェクトとが一致している度合いを示すスコアを求めるスコア計算工程と、

前記スコアが所定の条件を満たした場合、前記注目配置位置を前記円形のオブジェクトの位置として決定する決定工程と

を備えることを特徴とする画像処理方法。

【請求項 5】

50

コンピュータに請求項４に記載の画像処理方法を実行させることを特徴とするプログラム。

【請求項６】

請求項５に記載のプログラムを格納することを特徴とする、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、円形のオブジェクトを含む画像におけるオブジェクトの位置を特定する画像処理技術に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

画像中の所定の形状のオブジェクトを検出する処理は従来から提案されている。このような技術は例えば、電子部品を電子回路基板上の所定の位置に配置する場合に適用されている。

【０００３】

この場合、上記所定の位置近傍には所定の形状を有するマーカがプリントされており、カメラによりこのマーカを含む電子回路基板を撮像する。そして撮像した画像中のマーカを検出すると共に、その位置を検出することで、カメラの位置から見て電子回路基板上のマーカがどの位置に配置されているのかを求め、この電子回路基板上に電子部品を配置するアームは、この求めた位置に正確に電子部品を配置する。

【特許文献１】特開２００２－１４０７１３号公報

【特許文献２】特開平５－１１３３１５号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

上記特許文献では、単にエッジ画像を生成し、このエッジ画像上で所定の形状のオブジェクトを検出するものであるが、例えば電子回路基板に外乱光が入った場合、エッジ画像上ではエッジが消失し、正確な検出対象オブジェクトの位置検出は困難となる。

【０００５】

また、オブジェクト自体の材質により光の反射状況が変わり、余計なエッジが発生したり、必要なエッジ（検出対象オブジェクトのエッジ）が消えたりすることがある。

【０００６】

従って上記特許文献に係る技術では、このような問題が生じた場合には、エッジ画像上から正確な検出対象オブジェクトの位置検出は困難となる。

【０００７】

本発明は以上の問題に鑑みて成されたものであり、画像中の円状のオブジェクトの位置を正確に、且つ、外乱に対してロバストに検出する技術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】

【０００８】

本発明の目的を達成するために、例えば本発明の画像処理装置は以下の構成を備える。

【０００９】

即ち、円形のオブジェクトを含む画像における当該オブジェクトの位置を特定する画像処理装置であって、

前記画像のエッジ成分を示すエッジ画像を生成するエッジ画像生成手段と、

前記円形のオブジェクトと略同形、略同サイズの円形のエッジを示すテンプレートオブジェクトを生成するテンプレートオブジェクト生成手段と、

前記エッジ画像中の所定の１点から前記複数点の夫々の方向にずらした場合のエッジ画像をそれぞれ加算する処理を行うことで得られる前記エッジ画像の累積度を算出するエッジ累積度算出手段と、

10

20

30

40

50

前記エッジ画像上の注目配置位置に配置された前記テンプレートオブジェクト上の複数点と重なる前記エッジ画像上の画素の水平方向のエッジ成分、垂直方向のエッジ成分、及び、前記注目配置位置と前記複数点の夫々との位置関係に基づいて前記注目配置位置におけるパラメータを求めるパラメータ計算手段と、

前記注目配置位置に位置的に対応する前記累積度と前記注目配置位置における前記パラメータとを用いて、前記円形のオブジェクトと前記テンプレートオブジェクトとが一致している度合いを示すスコアを求めるスコア計算手段と、

前記スコアが所定の条件を満たした場合、前記注目配置位置を前記円形のオブジェクトの位置として決定する決定手段と

を備えることを特徴とする。

10

【0010】

本発明の目的を達成するために、例えば本発明の画像処理方法は以下の構成を備える。

【0011】

即ち、円形のオブジェクトを含む画像における当該オブジェクトの位置を特定する画像処理方法であって、

前記画像のエッジ成分を示すエッジ画像を生成するエッジ画像生成工程と、

前記円形のオブジェクトと略同形、略同サイズの円形のエッジを示すテンプレートオブジェクトを生成するテンプレートオブジェクト生成工程と、

前記エッジ画像中の所定の1点から前記複数点の夫々の方向にずらした場合のエッジ画像をそれぞれ加算する処理を行うことで得られる前記エッジ画像の累積度を算出するエッジ累積度算出工程と、

20

前記エッジ画像上の注目配置位置に配置された前記テンプレートオブジェクト上の複数点と重なる前記エッジ画像上の画素の水平方向のエッジ成分、垂直方向のエッジ成分、及び、前記注目配置位置と前記複数点の夫々との位置関係に基づいて前記注目配置位置におけるパラメータを求めるパラメータ計算工程と、

前記注目配置位置に位置的に対応する前記累積度と前記注目配置位置における前記パラメータとを用いて、前記円形のオブジェクトと前記テンプレートオブジェクトとが一致している度合いを示すスコアを求めるスコア計算工程と、

前記スコアが所定の条件を満たした場合、前記注目配置位置を前記円形のオブジェクトの位置として決定する決定工程と

30

を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明の構成によれば、画像中の円状のオブジェクトの位置を正確に、且つ、外乱に対してロバストに検出する技術を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下添付図面を参照して、本発明を好適な実施形態に従って詳細に説明する。

【0014】

[第1の実施形態]

40

図1は、本実施形態に係る画像処理システムの基本構成を示すブロック図である。本実施形態に係る画像処理システムは、カメラ101、コンピュータ102に大別される。

【0015】

カメラ101は現実空間を撮像するものであり、静止画像、動画像の何れも撮像可能である。尚、以下では1つの画像中の円状のオブジェクトの位置を求める処理について説明するので、カメラ101が静止画像を撮像する場合にはこの1つの静止画像を以下の処理対象の原画像として扱い、動画像を撮像する場合には、順次カメラ101から出力される夫々の画像のうち1つを以下の処理対象の原画像として扱う。

【0016】

次にコンピュータ102を構成する各部について説明する。

50

【 0 0 1 7 】

1 0 3 は C P U で、R A M 1 0 4 や R O M 1 0 5 に格納されているプログラムやデータを用いてコンピュータ 1 0 2 全体の制御を行うと共に、後述する各処理を実行する。

【 0 0 1 8 】

1 0 4 は R A M で、外部記憶装置 1 1 0 や記憶媒体ドライブ装置 1 1 1 からロードされたプログラムやデータを一時的に記憶するためのエリアを備えると共に、C P U 1 0 3 が各処理を行うために用いるワークエリアも備える。また、カメラ 1 0 1 から入力される画像を一時的に記憶するためのエリアも備える。

【 0 0 1 9 】

1 0 5 は R O M で、ブートプログラムやコンピュータ 1 0 2 の設定データなどが格納されている。1 0 6 , 1 0 7 は夫々キーボード、マウスで、C P U 1 0 3 に各種の指示を入力するために用いられる。1 0 8 はインターフェース (I / F) 部で、カメラ 1 0 1 をコンピュータ 1 0 2 に接続するためのものであり、このインターフェース部 1 0 8 を介してカメラ 1 0 1 が撮像した画像のデータがコンピュータ 1 0 2 (実際には R A M 1 0 4) に入力される。

【 0 0 2 0 】

1 0 9 は表示装置で、C R T や液晶画面などにより構成されており、画像や文字を必要に応じて C P U 1 0 3 の制御により表示する。1 1 0 は外部記憶装置で、ハードディスクドライブ装置等に代表される大容量情報記憶装置で、ここに O S や C P U 1 0 3 に後述する各処理を実行させるためのプログラム、後述する各処理に必要なデータ等が保存されており、これらは必要に応じて C P U 1 0 3 の制御により R A M 1 0 4 に読み出される。

【 0 0 2 1 】

1 1 1 は記憶媒体ドライブ装置で、C D - R O M や D V D - R O M などの記憶媒体に記録されたプログラムやデータを読み出して、R A M 1 0 4 や外部記憶装置 1 1 0 に出力する。なお、この記憶媒体に、外部記憶装置 1 1 0 が格納するプログラムやデータの一部、もしくは全部を記録しておき、これらを記憶媒体ドライブ装置 1 1 1 により記憶媒体から読み出して R A M 1 0 4 にロードするようにしても良い。1 1 2 は上述の各部を繋ぐバスである。

【 0 0 2 2 】

次に、以上の構成を有するコンピュータ 1 0 2 が行う処理について説明する。

【 0 0 2 3 】

カメラ 1 0 1 から撮像画像 (原画像) が R A M 1 0 4 に入力されると、C P U 1 0 3 は、この撮像画像のエッジ画像を周知のエッジ検出技術でもって生成する。生成したエッジ画像は R A M 1 0 4 内に記憶させる。このエッジ画像を構成する各画素の値 (画素値) は周知の通り、撮像画像を構成する各画素の値を微分したものである。

【 0 0 2 4 】

なお本実施形態ではカメラ 1 0 1 は円状のオブジェクトを含む画像を撮像するものとする。従ってエッジ画像中には円状のオブジェクトのエッジが含まれている。以下の処理では、撮像画像におけるこの円状のオブジェクトの位置 (即ち、エッジ画像における円状のオブジェクトの位置を求めることに等価である) を検出することを目的とする。

【 0 0 2 5 】

図 2 は円状のオブジェクトを含むエッジ画像の例を示す図である。同図において 2 0 0 はエッジ画像で、2 0 1 は円状のオブジェクトのエッジ部分を示す。本実施形態では「円状」の文言は「真円」を意味するものとして以下用いる。

【 0 0 2 6 】

撮像画像から円状のオブジェクトの位置を求めるためには、先ず、この円状のオブジェクトと略同形、略同サイズの円状のエッジを示すテンプレートオブジェクトに係るデータを用意する必要がある。

【 0 0 2 7 】

10

20

30

40

50

このテンプレートオブジェクトに係るデータとは、

- ・ テンプレートオブジェクトのエッジ上（円周上）に設ける複数点の位置を示すデータ
- ・ 上記複数点の夫々から、テンプレートオブジェクトの中心へ方向ベクトルの成分データ

である。本実施形態では上記複数点は、円周上を等分割する4点とする。即ち、「テンプレートオブジェクトのエッジ上（円周上）に設ける複数点の位置を示すデータ」は、例えば円の半径を r 、円周上の点を $(r \times \sin \theta, r \times \cos \theta)$ ($0 \leq \theta < 360$)と表現する場合、 n ($1 \leq n \leq 4$)番目のデータを (r, θ_n) ($\theta_n = 90 \times n$)のセットとして表現する。この複数点の夫々を以下サンプルポイントと呼称する場合がある。

【0028】

また、「上記複数点の夫々から、テンプレートオブジェクトの中心へ方向ベクトルの成分データ」については、図3に示す如く、円周上に設けた複数点の夫々(302a~302d)から、円300(テンプレートオブジェクト)の中心301に向かう方向ベクトル(303a~303d)の成分のデータであって、且つこの方向ベクトルの長さは、この円の半径に相当する。

【0029】

このような各サンプルポイントのデータ(r, θ_n)、ベクトル成分データは予め作成しておき、外部記憶装置110に保存もしくは記憶媒体に記録しておき、必要に応じてRAM104にロードする。

【0030】

なお、データは(r, θ_n)で表すことに限らず、(x, y)の直交座標系で表すものでも良い。

【0031】

次に、撮像画像から生成されるエッジ画像中の所定の1点を中心にエッジ画像を上記各ベクトル方向(4方向、即ちサンプルポイントの数に応じた方向)にずらした場合について、それぞれのずらした後のエッジ画像を加算する処理を、行うことでエッジ画像の累積画像を生成する。この累積画像の生成処理についてより詳細に説明する。

【0032】

図4は、この累積画像を生成する過程を示す図である。図4において、400は撮像画像から生成されるエッジ画像中に設けた所定の1点で、この1点を中心に、エッジ画像をずらす。ずらす方向は夫々、図3に示した、各ベクトル303c、303d、303a、303bの方向である。またずらす量については夫々、各ベクトル303c、303d、303a、303bの大きさに相当する。図4において451~454はずらす方向、量を示す矢印であり、図3の各ベクトル303c、303d、303a、303bが示す方向、大きさと一致する。(a)~(d)は夫々、エッジ画像をベクトル303c、303d、303a、303bの方向にずらした場合について示している。

【0033】

(a)において412はずらす前のエッジ画像で、402はエッジ画像412中の円状のオブジェクトのエッジを示す。413は、エッジ画像412中の所定の1点400の位置からベクトル303cが示す方向に、ベクトル303cの大きさだけずらしたエッジ画像であり、当然これに伴い、エッジ402の位置も同様に移動する。403は移動後の円状のオブジェクトのエッジを示す。

【0034】

(b)において414は、エッジ画像412中の所定の1点400の位置からベクトル303dが示す方向に、ベクトル303dの大きさだけずらしたエッジ画像であり、当然これに伴い、エッジ402の位置も同様に移動する。404は移動後の円状のオブジェク

10

20

30

40

50

トのエッジを示す。

【0035】

(c)において415は、エッジ画像412中の所定の1点400の位置からベクトル303aが示す方向に、ベクトル303aの大きさだけずらしたエッジ画像であり、当然これに伴い、エッジ402の位置も同様に移動する。405は移動後の円状のオブジェクトのエッジを示す。

【0036】

(d)において416は、エッジ画像412中の所定の1点400の位置からベクトル303bが示す方向に、ベクトル303bの大きさだけずらしたエッジ画像であり、当然これに伴い、エッジ402の位置も同様に移動する。406は移動後の円状のオブジェクトのエッジを示す。

10

【0037】

以上、(a)～(d)に示す如くずらしたエッジ画像413～416は夫々の画素値に加算する処理を行う。その結果生成される画像が上記累積画像である。従ってエッジ同士が重なった部分の画素値は他よりも大きな値となる。

【0038】

図5は、上記処理により生成される累積画像を示す図である。同図に示す如く、上記エッジ画像412における円状のオブジェクトのエッジ402を各ベクトル303c、303d、303a、303bの方向、大きさに応じてずらして互いに重ねたものが403乃至406として示されている。このような累積度のデータは予め作成しておき、外部記憶装置110に保存もしくは記憶媒体に記録しておき、必要に応じてRAM104にロードする。

20

【0039】

しかし、図7に示すようなエッジ画像(現実空間中で強い光が円状のオブジェクトに照射されている状態でこの円状のオブジェクトを撮像した撮像画像から得られるエッジ画像、もしくはノイズが重畳されたエッジ画像)の場合、累積画像上では上記1点810に重なるエッジが少なくなることがある。またこのような場合、円状のオブジェクトの位置の累積度よりも大きい累積度が他に存在する可能性もあり、累積度のみでは円状のオブジェクトの位置を特定することはできない。

【0040】

30

よって本実施形態では、このような問題に対処するために、現在のテンプレートオブジェクトの位置が円状のオブジェクトと位置的に一致するか否かを以下説明する処理によって判断する。

【0041】

まず、エッジ画像の水平方向のエッジ成分、垂直方向のエッジ成分を周知のエッジ検出技術でもって求める。即ち、エッジ画像において、水平方向のエッジ成分の変化、垂直方向のエッジ成分の変化を求める。これら水平方向のエッジ成分の変化、垂直方向のエッジ成分の変化はエッジ画像を構成する画素毎に求める。即ち、画素P(x, y)について求めたエッジ成分から画素P(x+1, y)について求めたエッジ成分への変化を画素P(x, y)に対する「水平方向のエッジ成分の変化」を示すデータとして求め、画素P(x, y)について求めたエッジ成分から画素P(x, y+1)について求めたエッジ成分への変化を画素P(x, y)に対する「垂直方向のエッジ成分の変化」を示すデータとして求める。なお、各方向のエッジ成分の変化の求め方については、特に限定するものではなく、各方向のエッジ成分の変化が分かるのであれば、どのような方法を用いても良い。

40

【0042】

そしてサンプルポイントにおける画素について求めた「水平方向のエッジ成分の変化を示すデータ」、「垂直方向のエッジ成分の変化を示すデータ」と、上記サンプルポイントからオブジェクト基準点へのベクトルデータとを用いて、現在テンプレートオブジェクトがエッジ画像上の円状のオブジェクトと位置的に一致しているか否かを判断する。この判断処理についてより詳細に説明する。

50

【 0 0 4 3 】

図 6 は、この判断処理を説明する図である。同図において 6 0 0 はテンプレートオブジェクトを示し、6 0 1 乃至 6 0 4 は上記 4 点のサンプルポイントを示す。

【 0 0 4 4 】

(a) ではエッジ画像の各サンプルポイントにおける位置の垂直方向のエッジ成分の変化を参照しており、円の場合、サンプルポイント 6 0 1 の位置におけるエッジ画像上の画素の垂直方向のエッジ成分の変化は 0 に近い。これはサンプルポイント 6 0 3 についても同様である。一方、サンプルポイント 6 0 2 , 6 0 4 については逆に垂直方向のエッジ成分の変化は大きい。また、サンプルポイント 6 0 1 , 6 0 3 のオブジェクト基準点 6 0 0 からの x 方向の距離は他のどの円周上の点よりも大きく、サンプルポイント 6 0 2 , 6 0 4 のオブジェクト基準点 6 0 0 からの x 方向の距離は他のどの円周上の点よりも小さい。

【 0 0 4 5 】

一方、(b) ではエッジ画像の各サンプルポイントにおける位置の水平方向のエッジ成分の変化を参照しており、円の場合、サンプルポイント 6 0 1 の位置におけるエッジ画像上の画素の水平方向のエッジ成分の変化は大きい。これはサンプルポイント 6 0 3 についても同様である。一方、サンプルポイント 6 0 2 , 6 0 4 については逆に水平方向のエッジ成分の変化は 0 に近い。また、サンプルポイント 6 0 1 , 6 0 3 のオブジェクト基準点 6 0 0 からの y 方向の距離は他のどの円周上の点よりも小さく、サンプルポイント 6 0 2 , 6 0 4 のオブジェクト基準点 6 0 0 からの x 方向の距離は他のどの円周上の点よりも大きい。

【 0 0 4 6 】

以上の性質を利用して、以下の式に従って各サンプルポイントに対するパラメータを計算する。

【 0 0 4 7 】

$$w_n = | | x_n \times g_{x_n} | - | y_n \times g_{y_n} | | \quad (n = 1, 2, 3, 4)$$

ここで x_n は、n 番目のサンプルポイントの位置からオブジェクト基準点に向かうベクトルの成分のうち x 成分、 y_n は、n 番目のサンプルポイントの位置からオブジェクト基準点に向かうベクトルの成分のうち y 成分、 g_{x_n} はエッジ画像上で n 番目のサンプルポイントの位置の画素について求めた垂直方向のエッジ成分の変化、 g_{y_n} はエッジ画像上で n 番目のサンプルポイントの位置の画素について求めた水平方向のエッジ成分の変化を示す。

【 0 0 4 8 】

例えばサンプルポイント 6 0 1 についてこのパラメータ w_1 を求めると、 x_n は大きい値で g_{x_n} は 0 に近い値であるのでその積は 0 に近い。また、 y_n は 0 に近い値で g_{y_n} は大きい値であるのでその積は 0 に近い。よってその差分の絶対値もまた 0 に近い。これはその他のサンプルポイントについてパラメータ w_n を求めても 0 に近い値となる。

【 0 0 4 9 】

即ち、円状のオブジェクトとテンプレートオブジェクトとが位置的に一致している場合、どのサンプルポイントについてパラメータ w_n を求めても 0 に近い値となる。そこでこれらパラメータを総合的に評価得るために、 $W = w_1 + w_2 + w_3 + w_4$ を計算し、W の値を示すデータを R A M 1 0 4 に記憶させる。このパラメータ W もまた、円状のオブジェクトとテンプレートオブジェクトとが位置的に一致している場合、その値は 0 に近い値となる。

【 0 0 5 0 】

そして求めた上記累積度 Z、上記パラメータ W の 2 つを用いて、注目配置位置が円状のオブジェクトと位置的に一致しているか否かを判断する。

【 0 0 5 1 】

判断には以下の式を用いる。

【 0 0 5 2 】

$$S = 1 - \text{EXP} (- Z \times (K - W) / N)$$

10

20

30

40

50

ここで、Nはテンプレートオブジェクト上のサンプルポイント数
Kは定数

即ちこの式は、パラメータWの値が小さいほどスコアSの値も最大値1に近づくようになっており、且つ累積度Zの値が大きいほどスコアSの値も最大値1に近づくようになっている。従ってスコアSの値の増減と、パラメータW、累積度Zの増減の関係が上記の通りであれば、このような式に限定されるものではない。なお、 $W > K$ 場合には $S = 0$ とする。このスコアSとは、円形のオブジェクトとテンプレートオブジェクトとがエッジ画像上で一致している度合いを示すものである。

【0053】

そしてスコアSの値が所定値以上である場合、注目配置位置を、求めるべき円状のオブジェクトの中心位置として決定する。なお、この決定した位置は撮像画像上における位置でもあるので、結果として撮像画像上における円状のオブジェクトの位置を求めることができる。

【0054】

また、スコアSの値が所定値以下である場合、テンプレートオブジェクトの位置を移動させ、以降の処理を繰り返す。

【0055】

なお、スコアSの値が所定値以上の場合、これを候補としてRAM104に記憶させ、新たに他の候補を求めるべく、テンプレートオブジェクトの位置を移動させ、以降の処理を繰り返すようにしても良い。その場合、結果として求めた各候補の位置を撮像画像上に表示し、操作者に閲覧させるようにしても良い。

【0056】

図9は以上説明した撮像画像上における円状のオブジェクトの位置を求めるための処理のフローチャートである。なお、同図のフローチャートに従ったプログラムはRAM104にロードされ、CPU103がこれを実行することにより、コンピュータ102は以上説明した各処理を実行する。尚、各ステップにおける処理については以上説明したとおりであるので、ここでは簡単に説明する。

【0057】

なお、本処理の前段で、既に、「テンプレートオブジェクトのエッジ上（円周上）に設ける複数点の位置を示すデータ」、「複数点の夫々から、テンプレートオブジェクトの方向ベクトルの成分データ」については予め求めており、RAM104にロードされているものとする。

【0058】

まず、RAM104に撮像画像を入力する（ステップS901）。そしてこの撮像画像のエッジ画像を生成する（ステップS902）。次に、注目配置位置における累積度Zを得る（ステップS904）。

【0059】

次に、エッジ画像上の水平方向のエッジ成分の変化、垂直方向のエッジ成分の変化を求め、これと、各サンプルポイントの位置に基づいて、各サンプルポイントについてパラメータ w_n を求め、更にその合計値としてのパラメータWを求める（ステップS905）。

【0060】

そして上記式に基づいてスコアSを求め、所定の閾値 α 以上であるか否かを判断する（ステップS906）。 $S < \alpha$ である場合、処理をステップS907に進め、テンプレートオブジェクトをエッジ画像上で移動させ（テンプレートオブジェクトを用いたエッジ画像上での処理位置を移動させ）（ステップS907）、ステップS904以降の処理を行う。

【0061】

一方、 $S \geq \alpha$ の場合、処理をステップS908に進め、このときのテンプレートオブジェクトの位置を、求めるべき円状のオブジェクトの中心位置として決定する（ステップS908）。

【 0 0 6 2 】

なお、 S_{α} の場合、候補の1つとして記憶しておき、全画像上あるいは所定の範囲の画像上に限ってスコア S を求め、その候補の中から最もスコア S の値が大きい位置を、求めるべき円状のオブジェクトの中心位置として決定しても良い。更に、近傍のスコア S を考慮してサブピクセルレベルでオブジェクトの中心位置を決定しても良い。

以上の処理により、本実施形態によって、撮像画像から円状のオブジェクトの位置を決定することができる。また本実施形態によれば、現実空間中で円状のオブジェクトへの光量が大きかったり、撮像画像に対するノイズが多かったりする等の原因で、エッジ画像上の円状のオブジェクトが、一部が消失したりした場合であっても、「円」という形状を利用したパラメータ W を求めることで、より正確に円状のオブジェクトの位置を決定することができ、よりロバストな位置決定方法を提供することができる。

10

【 0 0 6 3 】

なお、撮像画像の入力形態として本実施形態ではカメラ101から入力する例を示したが、これに限定するものではなく、外部記憶装置110や記憶媒体ドライブ装置111からRAM104へのロードや、スキャナにより読み取ってRAM104に入力する等、他の入力形態でも良いことはいうまでもない。

【 0 0 6 4 】

また、累積度 Z を得る方法は上記処理に限定されるものではなく、当業者が考え得る方法の何れも適用することができ、特に限定するものではない。

20

【 0 0 6 5 】

また、上記説明で、サンプルポイントの数やその配置等は上記説明に限定するものではない。

【 0 0 6 6 】

[第 2 の 実 施 形 態]

第1の実施形態ではカメラ101とコンピュータ102とを別個の装置としたが、カメラ101、コンピュータ102とを1セットにした装置を構成するようにしても良い。その場合、この装置は例えば従来技術でも説明した、電子回路基板基板上に電子部品を配置する装置等、各動作を行うための専用装置の一部としても良い。

【 0 0 6 7 】

[そ の 他 の 実 施 形 態]

本発明の目的は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体（または記録媒体）を、システムあるいは装置に供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成されることは言うまでもない。この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコードを記録した記憶媒体は本発明を構成することになる。

30

【 0 0 6 8 】

また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、前述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているオペレーティングシステム（OS）などが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

40

【 0 0 6 9 】

さらに、記憶媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張カードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書込まれた後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張カードや機能拡張ユニットに備わるCPUなどが実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

50

【 0 0 7 0 】

本発明を上記記憶媒体に適用する場合、その記憶媒体には、先に説明したフローチャートに対応するプログラムコードが格納されることになる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 7 1 】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る画像処理システムの基本構成を示すブロック図である。

【図 2】円状のオブジェクトを含むエッジ画像の例を示す図である。

【図 3】複数点の夫々から、円状のオブジェクトのエッジで囲まれた領域内の所定の 1 点への方向ベクトルを説明する図である。

【図 4】累積画像を生成する過程を示す図である。

【図 5】累積画像を示す図である。

【図 6】現在テンプレートオブジェクトがエッジ画像上の円状のオブジェクトと位置的に一致しているか否かの判断処理を説明する図である。

【図 7】現実空間中で強い光が円状のオブジェクトに照射されている状態でこの円状のオブジェクトを撮像した撮像画像から得られるエッジ画像、もしくはノイズが重畳されたエッジ画像を示す図である。

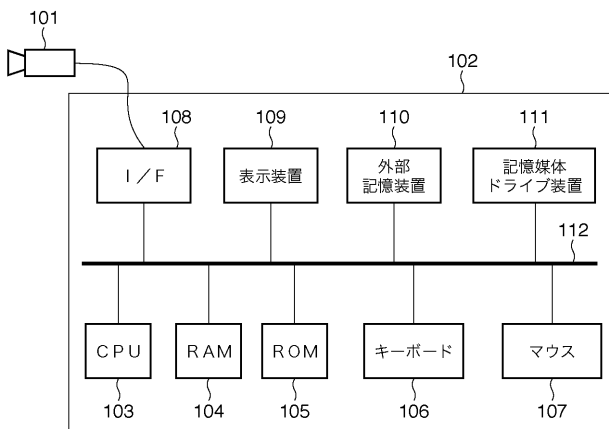
【図 8】エッジ 4 0 3 乃至 4 0 6 の夫々が交差する 1 点 8 1 0 を説明する図である。

【図 9】撮像画像上における円状のオブジェクトの位置を求めるための処理のフローチャートである。

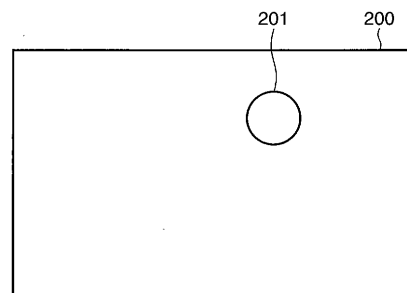
10

20

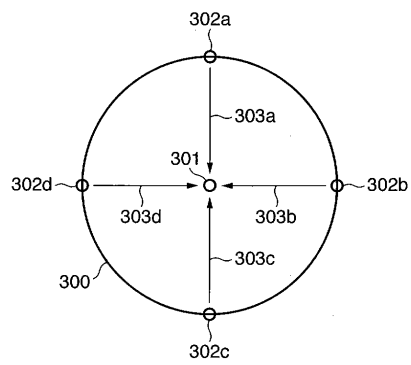
【図 1】



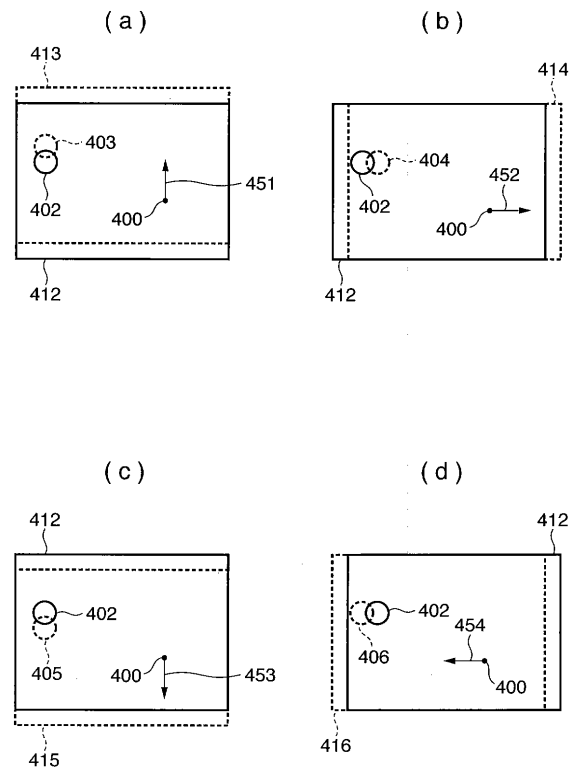
【図 2】



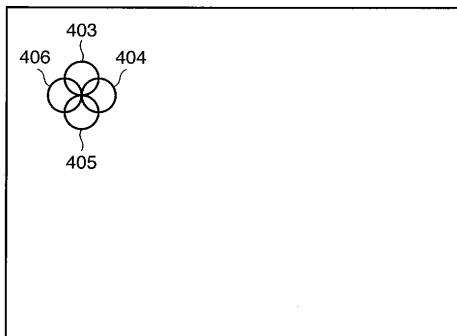
【 図 3 】



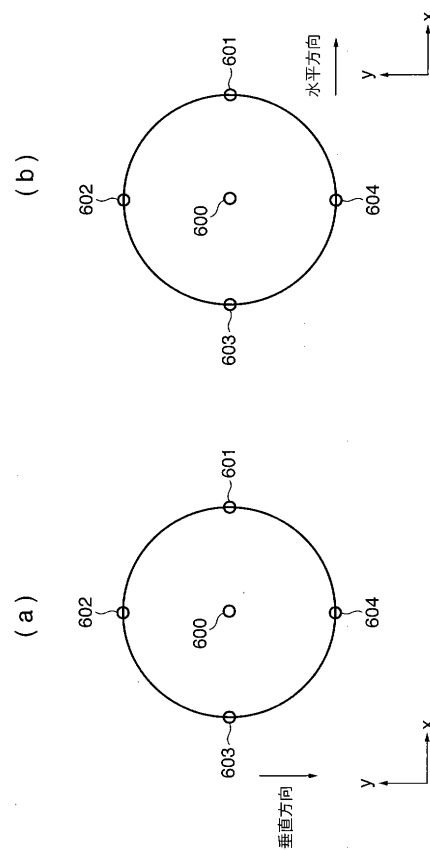
【 図 4 】



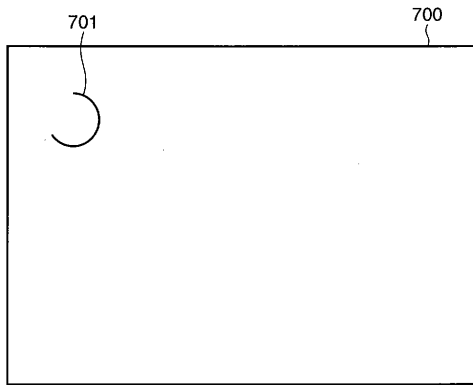
【 図 5 】



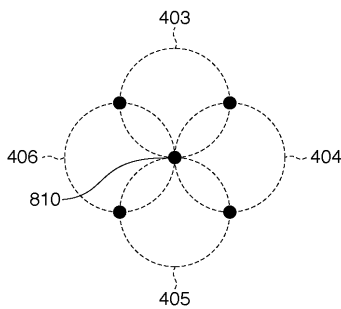
【 図 6 】



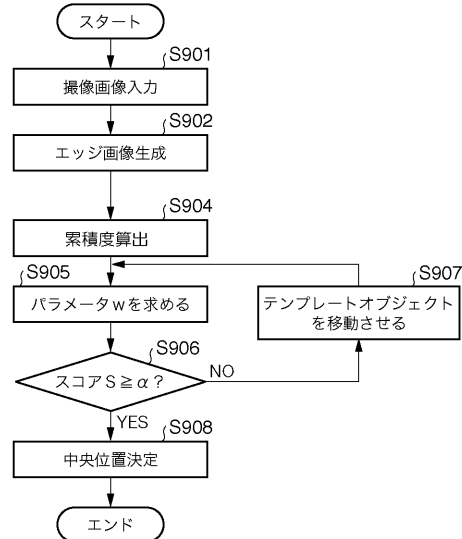
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【手続補正書】

【提出日】平成16年12月20日(2004.12.20)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

円形のオブジェクトを含む画像における当該オブジェクトの位置を特定する画像処理装置であって、

前記画像のエッジ成分を示すエッジ画像を生成するエッジ画像生成手段と、

前記円形のオブジェクトと略同形、略同サイズの円形のエッジを示すテンプレートオブジェクトを生成するテンプレートオブジェクト生成手段と、

前記エッジ画像中の所定の1点から夫々の方向にずらした場合のエッジ画像をそれぞれ加算する処理を行うことで得られる前記エッジ画像の累積度を算出するエッジ累積度算出手段と、

前記エッジ画像上の注目配置位置に配置された前記テンプレートオブジェクト上の複数点と重なる前記エッジ画像上の画素の水平方向のエッジ成分、垂直方向のエッジ成分、及び、前記注目配置位置と前記複数点の夫々との位置関係に基づいて前記注目配置位置におけるパラメータを求めるパラメータ計算手段と、

前記注目配置位置に位置的に対応する前記累積度と前記注目配置位置における前記パラメータとを用いて、前記円形のオブジェクトと前記テンプレートオブジェクトとが一致している度合いを示すスコアを求めるスコア計算手段と、

前記スコアが所定の条件を満たした場合、前記注目配置位置を前記円形のオブジェクト

の位置として決定する決定手段と
を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記パラメータ計算手段は、前記テンプレートオブジェクトの中心を原点とした場合の前記テンプレートオブジェクト上の点 i の座標値を (x_i, y_i) 、点 i と重なる前記エッジ画像上の画素の垂直方向のエッジ成分を P 、水平方向のエッジ成分を Q とした場合、前記パラメータは、 $|x_i \times P| - |y_i \times Q|$ を全ての i について加算することにより、前記パラメータを求める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】

前記スコアの値は、前記複数点と重なる前記エッジ画像上の画素と位置的に対応する前記累積画像上の画素値の合計値の増加に応じて大きく、且つ前記パラメータの減少に応じて前記スコアが大きい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】

円形のオブジェクトを含む画像における当該オブジェクトの位置を特定する画像処理方法であって、

前記画像のエッジ成分を示すエッジ画像を生成するエッジ画像生成工程と、

前記円形のオブジェクトと略同形、略同サイズの円形のエッジを示すテンプレートオブジェクトを生成するテンプレートオブジェクト生成工程と、

前記エッジ画像中の所定の 1 点から夫々の方向にずらした場合のエッジ画像をそれぞれ加算する処理を行うことで得られる前記エッジ画像の累積度を算出するエッジ累積度算出工程と、

前記エッジ画像上の注目配置位置に配置された前記テンプレートオブジェクト上の複数点と重なる前記エッジ画像上の画素の水平方向のエッジ成分、垂直方向のエッジ成分、及び、前記注目配置位置と前記複数点の夫々との位置関係に基づいて前記注目配置位置におけるパラメータを求めるパラメータ計算工程と、

前記注目配置位置に位置的に対応する前記累積度と前記注目配置位置における前記パラメータとを用いて、前記円形のオブジェクトと前記テンプレートオブジェクトとが一致している度合いを示すスコアを求めるスコア計算工程と、

前記スコアが所定の条件を満たした場合、前記注目配置位置を前記円形のオブジェクトの位置として決定する決定工程と

を備えることを特徴とする画像処理方法。

【請求項 5】

コンピュータに請求項 4 に記載の画像処理方法を実行させることを特徴とするプログラム。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のプログラムを格納することを特徴とする、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

即ち、円形のオブジェクトを含む画像における当該オブジェクトの位置を特定する画像処理装置であって、

前記画像のエッジ成分を示すエッジ画像を生成するエッジ画像生成手段と、

前記円形のオブジェクトと略同形、略同サイズの円形のエッジを示すテンプレートオブジェクトを生成するテンプレートオブジェクト生成手段と、

前記エッジ画像中の所定の 1 点から夫々の方向にずらした場合のエッジ画像をそれぞれ加算する処理を行うことで得られる前記エッジ画像の累積度を算出するエッジ累積度算出

手段と、

前記エッジ画像上の注目配置位置に配置された前記テンプレートオブジェクト上の複数点と重なる前記エッジ画像上の画素の水平方向のエッジ成分、垂直方向のエッジ成分、及び、前記注目配置位置と前記複数点の夫々との位置関係に基づいて前記注目配置位置におけるパラメータを求めるパラメータ計算手段と、

前記注目配置位置に位置的に対応する前記累積度と前記注目配置位置における前記パラメータとを用いて、前記円形のオブジェクトと前記テンプレートオブジェクトとが一致している度合いを示すスコアを求めるスコア計算手段と、

前記スコアが所定の条件を満たした場合、前記注目配置位置を前記円形のオブジェクトの位置として決定する決定手段と

を備えることを特徴とする。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

即ち、円形のオブジェクトを含む画像における当該オブジェクトの位置を特定する画像処理方法であって、

前記画像のエッジ成分を示すエッジ画像を生成するエッジ画像生成工程と、

前記円形のオブジェクトと略同形、略同サイズの円形のエッジを示すテンプレートオブジェクトを生成するテンプレートオブジェクト生成工程と、

前記エッジ画像中の所定の1点から夫々の方向にずらした場合のエッジ画像をそれぞれ加算する処理を行うことで得られる前記エッジ画像の累積度を算出するエッジ累積度算出工程と、

前記エッジ画像上の注目配置位置に配置された前記テンプレートオブジェクト上の複数点と重なる前記エッジ画像上の画素の水平方向のエッジ成分、垂直方向のエッジ成分、及び、前記注目配置位置と前記複数点の夫々との位置関係に基づいて前記注目配置位置におけるパラメータを求めるパラメータ計算工程と、

前記注目配置位置に位置的に対応する前記累積度と前記注目配置位置における前記パラメータとを用いて、前記円形のオブジェクトと前記テンプレートオブジェクトとが一致している度合いを示すスコアを求めるスコア計算工程と、

前記スコアが所定の条件を満たした場合、前記注目配置位置を前記円形のオブジェクトの位置として決定する決定工程と

を備えることを特徴とする。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷ F I テーマコード(参考)
G 0 6 T 7/00 3 0 0 D
G 0 6 T 7/40 A

(72)発明者 大塚 一雄
東京都港区三田3丁目11番34号 センチュリー三田ビル キヤノンシステムソリューションズ
株式会社内

(72)発明者 福西 秀次
東京都港区三田3丁目11番34号 センチュリー三田ビル キヤノンシステムソリューションズ
株式会社内

Fターム(参考) 2F065 AA03 DD11 FF04 FF61 QQ39 RR01 UU05
5L096 BA20 DA02 FA04 FA06 FA69 JA09 LA08